

શ્રી ક્રાઈસ ગુજરાતી સભા, મુંબઈ

નિવેદન

શ્રી ક્રાઈસ ગુજરાતી સભાના વ્યવસ્થાપકમંડળે ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રંથો લેખનને થોડેક અંશે ઉત્તેજન આપવાના સભાના એક વિશેષ ઉદ્દેશને અનુસરીને તે સંબંધી યોજના ધડવાનું કામ મંડળના એક સભ્ય શ્રી. પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહને સોંપી તેમની પાસે સને ૧૯૩૦ માં એક યોજના તૈયાર કરાવી હતી. તે પછી સને ૧૯૩૧માં તે અનુસાર વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રંથોના પારિતોષિક, છપામણી, વગેરે, માટે રૂ. ૨૦૦૦ સુધી ખર્ચ કરવાનું સભાએ ઠરાવ્યું હતું.

ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનવિષયક પુસ્તકોની સંખ્યા ઘણી જ ઓછી છે. આથી કોઈ પણ દિશામાં તે જથ્થે એ બહુ ઇશ્ટ છે. આમ છતાં, ગુજરાત વિષે બધા વૈજ્ઞાનિક તત્ત્વો એકઠા કરવાના વિચિષ્ટ હેતુથી, તેમ જ શ્રી ક્રાઈસ ગુજરાતી સભાના ગુજરાતી સાહિત્યનો અને સાથેસાથે ગુજરાતને લગતા ઇતિહાસ, વિજ્ઞાન આદિ સાહિત્યના પ્રચારનો આશય લક્ષમાં રાખી ગુજરાત સંબંધી જ એવાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવવાનું કાર્ય પ્રથમ ઉપાડવામાં આવ્યું હતું. નીચેના વિષયો ઉપર ૧૫૦ થી ૨૦૦ પાનાંતા જુદાજુદા ગ્રંથો તૈયાર કરાવવા માટે વિજ્ઞાનપ્રિય લેખકો સાથે પત્રવ્યવહાર ચલાવવામાં આવ્યો હતો.

૧ ગુજરાતની ભૌગોલિક રચના—Geography of Gujarat (Physical and Commercial), Geology, Soils, Agriculture.

૨ ગુજરાતની રાસાયણિક સંપત્તિ—Chemical Resources.

૩ ગુજરાતની હવામાન—Meteorology of Gujarat.

૪ ગુજરાતની વનસ્પતિ—Flora of Gujarat.

૫ ગુજરાતના પ્રાણીઓ—Fauna of Gujarat.

આમાંના પ્રત્યેક પુસ્તકના લેખકે પોતાના પ્રત્યેક પુસ્તકમાંતે વિષયનું અર્વાચીન દૃષ્ટિએ વિવેચન, ઉપરાંત તેને વિષયમાં ગુજરાતમાં થયેલાં અભ્યાર સુધીનાં અન્વેષણોનો રસમય સંગ્રહ રજૂ કરવા જોઈએ.

આ યોજનાનુસાર આ અંશોમાં આજસુધીમાં નીચેના અંશો પ્રસિદ્ધ થયા છે :

૧ જીવન ને ઉત્ક્રાન્તિ (૧૯૩૬)

૨ હવામાન : ગુજરાતની આબોહવા (૧૯૩૬)

૩ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ (૧૯૩૬), (ખીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯),
(ત્રીજી આવૃત્તિ ૧૯૪૭)

૪ ગુજરાતનું પ્રાકૃતિક અને વ્યાપારી ભૂગોલવિજ્ઞાન (૧૯૩૭),
(ખીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯)

તૈયાર થતા અંશો :

૧ ચેતનસૃષ્ટિ : અ. બીમભાઈ લા. દેસાઈ (૧૯૩૮)

૨ ગુજરાતનું વનસ્પતિજીવન : વૈદ્યશી બાપાજીજી મ. દેવ
(૧૯૨૯)

૩ વિજ્ઞાનની તપશ્ચર્યા : અ. ડૉ. મહંમદ ગુ. નાયક (૧૯૪૦)

૪ ગુજરાતનું પ્રાણીજીવન : શ્રી. હરિનારાયણ આચાર્ય (૧૯૪૧)

પુસ્તકો, લેખો અને વ્યાખ્યાનોદ્વારા ગુજરાતી ભાષામાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની અભિવૃદ્ધિ સાધવા શ્રી હાર્પર્સ ગુજરાતી સભા વિજ્ઞાન-નિષ્ણાત વિદ્વાનોના સૂચનો ને સહકાર્યની હજી વધુ આશા રાખે છે.

અને હવે તો ગુજરાત પોતાની સ્વતંત્ર વિદ્યાપીઠની સ્થાપના કરવા પશુ જાગ્રત થયું છે. પાસેના જ ભવિષ્યમાં એ સ્વપ્ન સફળ પશુ થાય; તો એ માટે વિજ્ઞાનવિષયક વિવિધ પ્રકારનાં ગુજરાતી પુસ્તકોની સામગ્રીઓ તૈયાર કરવામાં પશુ અમારાં આ પ્રકાશનો લેખકોને જરૂર કંઈક અંશે મદદરૂપ ને માર્ગદર્શક થશે.

આ પુસ્તક અ. ડૉ. રતન ના. સુખેશવાળાના સનેહઅમનું અને તેમના સ્વવિષય તરફના શોખનું પરિણામ છે.

મુ'બ (૪)

તા. ૧-૧-૧૯૪૯

}

શંકરપ્રસાદ હગનલાલ રાવલ

સહમંત્રી, શ્રી હાર્પર્સ ગુજરાતી સભા



પ્રસ્તાવના



શ્રી કામ્પસ ગુજરાતી સભા માટે શ્રી. પોપટલાલ ગેવિંદલાલ સાહે ગુજરાતની બૂનતરગ્યના વિષે એક નાનું પુસ્તક તૈયાર કરવાની અને સૂચના કરી હતી. શ્રી. પોપટલાલ સાહુની એ સૂચનાને પરિણામે આ પુસ્તક તૈયાર થયું છે. કંઈ પણ કહેના પડેલા બુવિદ્યાનાં મૂનતરગ્યનો સારો પણ પરિચય તો આવશ્યક છે. તેથી પહેલાં પ્યાર કેરણો આવો પરિચય આપવા માટે લખાયા છે. બુવિદ્યા વિષેનું ગુજરાતી ભાષામાં લખાયેલું સાહિત્ય ઘણું જ અદ્ય છે; તેથી આ પ્રકરણમાં કરાયેલું શિક્ષાન્તોનું નિરૂપણ એક રીતે ઘોતકે નીવડશે એમ હું માનું છું.

આવા શાસ્ત્રીય વિષયમાં પરિભાષા જોઈએ જ. ગુજરાતી ભાષામાં વૈજ્ઞાનિક કે ટેકની બુવિદ્યાવિષયક પરિભાષિક શબ્દો તૈયાર કરવાના એકાદ બે જ પ્રયત્નો થયા છે પણ પરિભાષાની મોટાંતર પણ શાસ્ત્રીય રીતે થવી જોઈએ. આથી આ વિષયમાં મેં અમારી કોલેજના સરકુલના વિદ્વાન અધ્યાપક શ્રી ગૌરીપ્રસાદ ત્રુ જાવાને ધર્યા જ શબ્દો માટે સહકાર સાધ્યો અને એઓથીએ અને ગસનુર્વક કરેલી મદદને પરિણામે આ પુસ્તકનો બુવિદ્યાપરતો વિશાલપરિભાષા કોલ તૈયાર થયો. ઉપસર્ગો અને ખાનુઓનાં તરતો ઉપર પરિભાષાયોગ્યતા થયેલી હોવાથી પરિભાષામાં આવશ્યક મિથનિસ્થ પદો અને અન્વયતાતા ગુણો સહીં પણ નામરે પડી આવશે એમ હું માનું છું. આ ઉપરાંત આ પુસ્તકની ગુજરાતી ભાષાશુદ્ધિ જગવદ રહે તે માટે મારી આખી મેં દસ્તખેત કાગડપૂર્વકે વધી જવા માટે પણ હું એઓથીને ધન્ય છું.

પુસ્તકના મુદ્રણકાર્ય પર સભાના સહાયક મંત્રી શ્રી. શંકરપ્રસાદ
 'સવલે રસ લાઇને આરા વતી દેખરેખ સખી છે, તેમ જ
 બાપાશુધિકાર્ય પણ ક્રેટલાક સ્થળોમાં કરી મને ઉપકૃત કર્યો છે.

કાલે કુંજ
 તારદેવ રોડ, આટ રોડ,
 મુખ્ય,
 ૧-૧-૧૯૪૯.

રતન નાદીરશાહ મુખેશવાળા

અનુક્રમ

					પૃષ્ઠ
નિવેદન	...	...	...	...	૩
પ્રસ્તાવના	...	...	...	...	૬
અનુક્રમ	...	...	...	...	૮-૧૨
આકૃતિઓનો અનુક્રમ	...	...	...	...	૧૩-૧૫
શુદ્ધિ	...	...	...	...	૧૬-૧૮
પ્રકરણ ૧ :	ખગોળવિદ્યાની દૃષ્ટિએ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ				પૃ. ૧ ૬
પ્રકરણ ૨ :	પૃથ્વીનો પરિચય	...	...		પૃ. ૬-૧૪
પ્રકરણ ૩ :	બુધિધાતુ' ક્ષેત્ર	...	...		પૃ. ૧૪-૧૮
પ્રકરણ ૪ :	ભૂપૃષ્ઠના જળતુ' કાર્ય' ; ખડકતુ' અપાવરણ.				
	ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ચાલુ રહેલા ધીમા ફેરફારો-હવાના ઉર્મામાનમાં				
	ચલી વધધટ-હિમની ખડક પર ચલી અસર-વરસાદતુ' પાણી-જલની				
	ભૂસ્તર-સીમા-ઝરાની ઉત્પત્તિ-ભૂપર્વાસ-મૂળભ'જલતુ' કાર્ય'-જમીન				
	અને નીચલી જમીનતુ' ખ'ધારણ-નદીનાળામાં વહેતા પાણીતુ' કાર્ય'-				
	ધર્ણબળથી થતુ' કાર્ય'-સામાયિક તરવેથી થતુ' કાર્ય'-				
જળધોષ	...	..	...		પૃ. ૧૮-૨૭
પ્રકરણ ૫ :	હિમાની અને સમુદ્રજલતુ' કાર્ય' હિમાનીતુ'				
	કાર્ય'-સમુદ્રજલતુ' કાર્ય'	...	...		પૃ. ૨૭-૩૧
પ્રકરણ ૬ :	પ્રાણીકુલના અને વનસ્પતિકુલના અવશેષોની શોધ અને				
	ઉપયોગિતા. અવશેષોની સમજ અને ઉપયોગિતા-પ્રાણી કુલના અને				
	વનસ્પતિકુલના અવશેષોની જાગવણી-જીવાવશેષ પરથી મળતી ભૂતકાળનાં				

બૂગોળ અને આમોહવા રિષેની માહિતી-કાર્વિનનો ઉત્કર્શ-તનાદ-કેરોડ
 વિનાના પ્રાણી-પ્રોટોએ આ-સ્પોગિસ-કોરન (પરવાળી) પ્રોટોપ્લાઝ્મ-
 સીઅરિન અને ક્રિનોઇડ એકિથોપોડા-લેમેનીએકિયા-ગેસ્ટેરોપોડા-
 નોટીલસ-એમોનાઇટ-મેલેમ ાઈ-ટ્રાઇનોનાઇટ-વનસ્પતિકુલઅવ
 શેષે-આલગી-ઇકિવસિસ-લાઇકોપોડા-સઇકાડ કોનિફર પૃ ૩૧-૪૬
 પ્રકરણ ૭ પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને ઉત્કર્શિત-પૃથ્વીનું બાહ્યકવચ-
 પૃથ્વીના ગર્ભમાની ગરમી-પૃથ્વીના ગર્ભની રચના તત્ત્વનિમિત્તનો
 સિદ્ધાંત-ભૂકંપ અને તેનાં કારણો પૃ ૪૭-૫૨

પ્રકરણ ૮ : પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં મુખ્ય ખનિજોનું દ્રવ્ય
 વર્ણન બાહ્ય કવચમાં મળતાં મુખ્ય રાસાયણિક તત્ત્વો ગૃહિકવચ-
 રાસાયણિક સંઘનન-ખનિજોની મૃદનતા-ખનિજની વિશિષ્ટ ઘનતા-
 કવેદ્દાઈ હેલ્લાઇટ-રેકસેન્ટ (મીક્રો) ગિસ્સમ-ફેલ્સપાર-પેગ્મેટાઇટ-સ
 ફેલ્સપાર-મર્કા (અમ્બક) હોનબેડ-આગાઇટ-આનવીન ગિના-
 ઝિંકબેડ-આયર્નપાઇરાઇટ-મેગ્નેટાઇટ પૃ ૫૨-૬૨

પ્રકરણ ૯ પૃથ્વીના બાહ્યકવચમાં મળતાં ખડકો અને તેમની
 સંશ્લેષિત માહિતી-આગ્નેય ખડકોની ઉત્પત્તિ-આંતર આગ્નેય ખડકોનું
 વર્ણન-ગ્રેનીટ-સાનેનાઇટ-કોરોનાઇટ-ગ્રેઓ-મધ્યમ આગ્નેય ખડકોનું
 વર્ણન-કોલેરાઇટ-બાહ્ય આગ્નેય ખડકોનું વર્ણન-ફાયોનાઇટ-ટ્રેકાઇટ
 એડેસાઇટ-બેસાઇટ પૃ ૬૨-૭૧

પ્રકરણ ૧૦ જલકૃત ખડકો અને તેમનું સમુદ્રજલમાં થતું
 નિર્માણ-ફક્ત જલક્રિયાથી બધેના ખડકો સંનિષ્પન્ન થતી-
 ભવનથી થતાં ખડકો-સામુદ્રિક શ્વાવશેષવાળાં ખડકો-રેતીપાષાણ-
 માગીપાષાણ ચૂર્ણપાષાણ પૃ ૭૧-૭૬

પ્રકરણ ૧૧ જલકૃત ખડકોની ગેઠવણી-તડ-નમનાકાષ
 અને નમનાનાત-અનાટા અસ-ચરના વગેરે-અપરોક્ષ-ક્રમજન-
 અતસ્થિત અને અદિરિચિત ખડકો . પૃ ૭૭-૮૭

પ્રકરણ ૧૨ : વિકૃત ખડકો—સીષ્ટ-નાઈસિ—સ્લેટ—આરસ-
પદ્ધતિના પથ્થર. ... — પૃ. ૮૮-૯૧

પ્રકરણ ૧૩ : હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનાનું રેખાચિત્ર,
અર્થાત્ વ્યૂહ-ધારવાડ વ્યૂહ-એપાઈઝન કમઅન્-પનીઓ-
જોઈક વિભાગકાળ દ્રાવીડી વિભાગયુગના અંતકાળની હિંદની
ભૂગોળ-ગોંડવાના વ્યૂહ-ભૂનો હિંદઆફ્રિકાખંડ-કુંગરાળ પ્રદેશમાં
પ્રવર્તેલા સમુદ્રનો કાળ-સમુદ્રજલ આક્રમણ-દક્ષિણ સપાટ પ્રદેશનો
જવાલામુખીકાલ, લાવા આક્રમણ-કર્વોટરનરી વિભાગનો હિંમયુગ-
સિંધુમગાપ્રદેશવાળી ખીણનો જન્મ ને તેનું થયેલું પૂરાણ.
... ... પૃ. ૯૧-૧૦૩

પ્રકરણ ૧૪ : ગુજરાતની ભૂમિરચના-ગુજરાતનાં રણ-ગુજ-
રાતના પર્વતો-વિંધ્ય અને સાતપુડા સહ્યાદ્રિ-ગુજરાતની નદીઓ-
ગુજરાતનાં તળાવો-ગુજરાતના ભૂકંપ અને જવાલામુખી-ગુજરાતનો
કિનારો. ... પૃ. ૧૦૩-૧૧૫

પ્રકરણ ૧૫ : ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના—આર્કિયનવ્યૂહ-
ગુજરાતમાં મળતાં વિકૃત અને અર્ધવિકૃત આંપાનેરસ્તરો-કડાખા-
વ્યૂહ-વિંધ્યવ્યૂહ-ગોંડવાનાવ્યૂહ-ન્યુરાસિક વ્યૂહ-કચ્છમાં મળતાં
ન્યુરાસિક યુગનાં ખડકો-પચ્ચમ કોટિ-ચારી કોટિ-કેટ્ટાસકોટિ-
ભિમિયા કોટિ-રાજપૂતાનાનાં ન્યુરાસિક યુગનાં ખડકો-કિટ્ટેશીઅસ-
વ્યૂહ-નમદાના ખડકો મળતાં કિટ્ટેશીઅસયુગનાં ખડકો-ડક્કન ટ્રેપ્સ-
લેમેટા અને બાગનાં ચરો-ડક્કન ટ્રેપ્સ (વેસેલ્ટ)નાં ચર-ઈટરટ્રેપી-
અને જલકૃત ખડકો-ટશીઅરીધરના-પેરીમ બેટમાં મળતાં ટશી-
અરી યુગનાં ખડકો-ટશીઅરીવ્યૂહ-સુરત અને અરગનાં ટશીઅરી
ખડકો-પેરીમનો દાપુ-કાઠિયાવાડ-કચ્છ-કર્વોટર વ્યૂહ-તાપી અને

નમંદા-કાઠિયાવાડના ઊપલા ટશીંચરીયુગના ખડકો-કચ્છમાં મળતા
 ઊપલા ટશીંચરી (અથવા કવોટરનરી) યુગના ખડકો-સિંધ, કચ્છ
 અને ગુજરાતની કાંધવાળી જમીન-લિટોરલ કોકોટ-કપાસની કાળી
 જમીન પૃ. ૧૧૬-૧૫૭

પ્રકરણ ૧૬ : ગુજરાતની ખનિજ સંપત્તિ—મૅંગેનીઝ-અકીક-
 જિરસમ-બ્રૉકસાઈટ-ગેર-ખાંધકામમાં વપરાતા પથ્થરો-ગરમ પાણીના
 ઝરા પૃ. ૧૫૭-૧૬૩

પ્રકરણ ૧૭ : સાધારણ વ્યવહારમાં ભૂવિદ્યાનું સ્થાન
 શોભા કે શયુગાર માટે વપરાતાં ખડકો-માર્બલ (આરસ-
 પહાણના પથ્થર)-બાલાખારટર-સર્પેન્ટાઈન-પોરફીરી મૅનીટ-જેરપર-
 રતનાના ખાંધકામમાં પથ્થરનો થતો ઉપયોગ-સિમેન્ટ, સ્કારટર અને
 કોકોટ-છઃ ખનાવવાની માટી-જમીનના પેટાળમાં પાણીની શોધ-
 ખનિજ તેલ (પેટ્રોલિયમ) પૃ. ૧૬૩-૧૭૮

પરિશિષ્ટ ૧ : વિજ્ઞાનપરિણાપાત્રોષ અંગ્રેજી-ગુજરાતી. પૃ. ૧૭૬-૧૮૫

૨ : ,, ,, ગુજરાતી-અંગ્રેજી. પૃ. ૧૮૬-૧૯૨

વિષયમુચ્ચિ પૃ. ૧૯૩-૨૦૪



આકૃતિઓનો અનુક્રમ

સંખ્યાક	આકૃતિ	પૃષ્ઠ
(૧)	પાણ કવચનું અધારણ	૧૧
(૨)	પૃથ્વીની પડખા રચના	૧૨
(૩)	પૃથ્વીની ગર્ભરચના ખતાવતું દાદપનિક ચિત્ર	૪૯
(૪)	ઝરાની ઉત્પત્તિ	૨૧
(૫)	ભૂપર્યાસ કયા થાય અને કયા ન થાય એ દર્શાવતું ખીણનું ચિત્ર	૨૨
(૬)	ખડક, નીચલી જમીન અને જમીન	૨૪
(૭)	જળધોધ કેવા સંજોગોમાં જન્મે છે એ આ ચાર આકૃતિ ખતાવે છે	૨૬
(૮)	જમણો, મધ્યમ અને ડાબો દ્વિમમલ	૨૮
(૯)	સમુદ્રપૃષ્ઠતળ પર માટીદ્રવ્યનો સંગ્રહ કેવી રીતે થાય છે તે ખતાવતાં ચિત્રો	૩૦
(૧૦)	લોખિજરિના રૃષિજિસના સખત ભાગો	૩૮
(૧૧)	" " "	૩૮
(૧૨)	કોરલ (પરવાળા) ત્રણ જુદી જાતનાં : અ. ઝેરેંટીસ; ખ. લીથોરહેસના; ક. આજના સહુદર્મા મળતાં કોરલ (સીએનિમોન)	૪૮
(૧૩)	મેટાલાઇટ અ. ડાઇડીમોએપ્સ; ખ. મોનોએપ્સ; ક. ડીપ્લોએપ્સ	૪૯
(૧૪)	માઇક્રોસ્ટર-હાયાકારનું સીઅચીન	૪૦
(૧૫)	" " "	૪૦

(૧૬) છેકિયોપોણ-ટેરીછેટ્ઠુલા	૪૦
(૧૭) લેમેલીછેકિયા-દ્વાધગોનિયા	૪૧
(૧૮) " "	૪૨
(૧૯) ગેરટેરોપોડો	૪૨
(૨૦) નાટિકસનું કવચ : અ. બાગૂચી ભેતાં, બ. સામેથી ભેતાં, ક. અધુ ^૫ કાપ્યા પછી	૪૨
(૨૧) ઝેમોનાછટ	૪૩
(૨૨) બેમેમનાછટ	૪૩
(૨૩) દ્વાધલોબાછટ-ઑછજિયા	૪૪
(૨૪) છકિવસિટસ	૪૫
(૨૫) સાધકાડ	૪૫
(૨૬) કોનિકર (વોલશિયા)	૪૬
(૨૭) પૃથ્વીની મહારચના બતાવતું કાલ્પનિક ચિત્ર	૪૯
(૨૮) જુદાજુદા રક્તિકવચ ^૧ બતાવતી આકૃતિઓ	૫૪
(૨૯) આગનેય ખડકોના કવચની અંદરનાં અને બહારનાં સ્વરૂપો	૬૫
(૩૦) રેતીપાથાણુમાં મળતાં વિદ્વિષ્ત પડ	૭૭
(૩૧) નમન અને નમનાધાત	૭૯
(૩૨) નમનમાપક યંત્ર	૭૯
(૩૩) અનાદત અંશની પહેળાઈ જમીનના દાગ અને નમનકોણ પર રહે છે	૮૧

શુદ્ધિ

પૃષ્ઠ	લીટી	અશુદ્ધિ	શુદ્ધિ
૫	■	કૃષ્ણવનયુગ	કૃષ્ણવનયુગના
૧૧	૭	યુગના	યુગમાં
૯	૧૬	અતિરદ્રવ્ય ઉપરના	અતિરદ્રવ્ય ઉપર ઉપરના
૧૧	૧૦	ને	તે
૧૩	આકૃતિ	આકૃતિ ૩	જુઓ આકૃતિ ૨૭
૧૪	૬	એને	અને
૧૫	૧૨	જાતની	જાતના
૧૧	૨૫	પરદ્ર આરથી	એ વાક્ય ન જોઇએ
૧૬	૨૩	'તપાસતા'	સબ્બ કાઢી નાખો
૨૦	૧૩	દષ્ટ	જષ્ટ
૨૪	આકૃતિ ૬	ખડક તથા નીચથી જમીન	ખડક, નીચથી જમીન અને જમીન
૩૮	આકૃતિ ૧૨ ક	આકૃતિ ૧૨ક	
૩૯	૩	સિંધુરચન	સિંધુરચન
૪૨	આકૃતિ ૨૦	અધુ ^૧ કાપ્યા પછી	ક. અધુ ^૧ કાપ્યા પછી
૪૩	આકૃતિ ૨૧		ઑમોનાઇટ ઑમોનાઇટ
૫૩	૧૬		અસમાન સમમાન

૬૩	૩	?	કાઠી નાંખો
૬૫	૯	આપી દે છે અને	ઉમેરો : 'આપી:દે છે અને એની અંદર કરી ગયેવો બૂરસ'
૬૭	૧	તત્ત્વમાં	તત્ત્વના
૭૪	૨૩	કૅવોદ્દેઝ,	કૅવોદ્દેઝ
૮૦	આકૃતિ ૨૩	•	આકૃતિ બીધી છાપાઈ છે તે ચત્તી કરી જોવી
,,	આકૃતિ ૩૩	આખે છે	રહે છે
૮૨	આકૃતિ ૩૭	એક બાજુ નમન	એકપક્ષી નમન
૮૩	૨	અસમપ્રમાણ	સમપ્રમાણ
,,	આકૃતિ ૩૯		પહેલી અ, બીજી બ, ત્રીજી ક
૮૪	આકૃતિ ૩૬	અપચ્છેદ	અપચ્છેદ
૮૮	૯	રહેલાં	રહેતાં
૯૨	૧૦	રસિયારાગુપ્ત	દર્શીઅરીપુત્ર
૯૪			કાઠાની નીચે ઉમેરો : 'આકિ'વનબૂદ'
૯૫	૧૪	આનોઝાઇદસ	આનોઝાઇદસ
૧૦૦	૧૩	લાગનાં	બાગનાં
૧૦૧	૧	દક્ષિણ દ્રેપનો	ડક્કન દ્રેપનો
૧૧૬	૧૫	દક્ષિણ	ડક્કન
૧૨૪	૨	વળી યુગનાં	વળી આ યુગનાં
૧૨૫	આકૃતિ ૪૨		બીધી કરીને જુઓ
૧૨૬	૧	ગોડવા	ગોડ

૧૨૬	૯	વનસ્પતિ કે અવશેષ	વનસ્પતિ અવશેષ
૧૨૯, ૧૩૦	ફકરા	૨, ૩, ૪	ફરીથી છપાયા છે
૧૩૧	૪	અશક્ય	શક્ય
૧૩૪	૧૫	ફિટેશીઅસ સીસ્ટીમ	ફિટેશીઅસશ્રૂક
૧૪૦	૨૬	લોમોનાઈટ	લોમોનાટાઇટ
૧૪૧	૮	લાવાગ્ને	લાવા
૧૪૬	૨૫	પથરાનાં	પથરાયેલાં
૧૪૯	૩	સુરત અને ભાડચ	સુરત અને ભાડચનાં ટશીઅરી ખડકો
૧૫૧	૨	મારગેડોન	મારગેડોન
૧૫૩	૯	જૂની	જૂના
૧૫૪	૨૦	Current bedding	નિશ્ચિત પડ
૧૫૭	૮	ગુજરાતની ખનિજસંપત્તિ	આ ૧૬ પ્રકરણ છે
૧૫૯	૨૧	કાર્ટેસિયન	કાર્ટેસિયન
૧૬૨	૨૪	રેડિયોનાં	રેડિયમનાં
૧૬૩	૧૧	રેડીઓનાં	રેડિયમનાં
૧૬૪		પ્રકરણ ૧૮	પ્રકરણ ૧૭
૧૬૯	૪	કાલિયાઇટ	કિરકલાઇમ



પ્રકરણ ૧

ખગોળવિદ્યાની દૃષ્ટિએ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ

ગુજરાતની ભૂમિનાં ઉત્પત્તિ અને બાધારણ વિષે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવા પહેલાં આપણે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ કે પૃથ્વીના જન્મકાળ વિષે કાંઈ પણ જાણવું જ જોઈએ અને તે માટે આપણે ખગોળવિદ્યાની મદદ લેવી પડે છે. એ માટે ખગોળવેત્તાઓએ કરેલી શોધખોળોને આધારે આપણને જેજે માહિતી મળે છે તેને અહીં આપણે દૂંકાણુમાં જોઈ જઈશું; કારણકે પૃથ્વીનો ઇતિહાસ અને એની રચના વગેરે વિષે જાણવા પહેલાં તો એ શી રીતે અસ્તિત્વમાં આવી એ જાણવું અતિ આવશ્યક છે.

સૂર્ય અને તેની સાથેના કેટલાક ગ્રહોના સમુદાયને ખગોળ-શાસ્ત્રીઓએ સૂર્યમંડળ નામ આપ્યું છે. આપણી પૃથ્વી પણ સૂર્યમંડળનું જ એક અંગ છે અને એ મંડળમાં જ એક ગ્રહ તરીકે એ ફરે છે. સૂર્ય આ મંડળનું કેન્દ્ર છે અને એનું કદ પણ આખા મંડળમાં સારી મોટું છે, એવાં કેટલાંયે મંડળો અસ્તિત્વ યોગ્ય રહ્યાં છે અને તેમાં સૂર્યમંડળનો પણ સમાવેશ થઈ જાય છે.

એમ માનવામાં આવે છે કે સૂર્યનો કેટલોક ભાગ વાયુરૂપે હોય છે; બ્યારે ચંદ્રજેવા ખીજા ગ્રહો ધન, અને નક્કર દસામાં છે. સૂર્યની ગરમી એટલી બધી છે અને ચંદ્રની ગરમી એટલી ઓછી છે કે તેમની

ઉપર માનવગતિ, પ્રાણી તેમ જ વનસ્પતિ રહી શકે એ ખિલકુલ જ અસંભવિત છે. સૂર્યમાંથી ગરમી અખંડ ધારાએ બહાર નીકળતી રહી છે એ આપણે જાણીએ છીએ અને બહારની ગરમી એને ન મળવાથી એ દિવસેદિવસે ઠંડા પેડતો જાય એ સ્વાભાવિક છે. જોકે એક કાળે સૂર્ય, પૃથ્વી અને ચંદ્ર એકસરખી ગરમીવાળાં હશે, છતાં ચંદ્રનું કદ સૌથી નાનું હોવાને લીધે એમાંથી મોટા ભાગની ગરમી જતી રહેતાં—મોટી વસ્તુને ઠંડી થતા નાની વસ્તુ કરતાં વધુ વખત લાગે છે—એ સૌથી પહેલાં ઠંડા પડી ગયો છે. જે દશામાં આજે પૃથ્વી છે તે દશા તો ચંદ્રે ધણા લાંબા કાળ ઉપર અનુભવી હશે અને એ રીતે જોતાં સૂર્ય પણ કાલક્રમે ચંદ્રના જેવી શીત દશા અનુભવતો થશે એમ આપણે માની શકીએ. જો ચંદ્રને આપણે મૃત પૃથ્વીજેવો માનીએ તો સૂર્ય તો હજી શિશુવયમાં જ છે એમ કહી શકાય. આ સમજવા માટે સૂર્ય એના જન્મકાળે શી દશામાં હતો તે હવે આપણે જોઈ જામએ.

કૃત્ય ખગોળશાસ્ત્રી લાપ્લેસના મત પ્રમાણે સૂર્ય અને સૂર્ય-મંડળમાંના બીજા મહો એક કાળે નિહારિકા કે ધૂમ્રસમૂહની દશામાં હતા. લાપ્લેસનું એવું કહેવું છે કે સૂર્યની અને બીજા મહોની ઉત્પત્તિ પહેલાં અતિશય ગરમ વાયુરૂપે વાદળસરખો પદાર્થ સૂર્યની આસપાસના છેક દૂરના મહ સુધીના ધણા બહોળા વિસ્તારમાં પથરાયો હતો. આ ધગધગતો વાયુપદાર્થ ધીમેધીમે ઠંડા પડી જતાં એના ભાગ છૂટાછૂટા પડી ગયા અને નાના કદનાં વાયુરૂપ વાદળો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. મધ્ય સ્થાને બિભેચો અને સૌથી મોટું કદ ધરાવતો પદાર્થ આજે સૂર્યને નામે ઓળખાય છે અને વળી એનું કદ ધણું મોટું હોવાથી હજી પણ ધગધગતા અંગારાસરખો એ વાયુરૂપે રહ્યો છે.

મધ્યપિંડુની આસપાસ ફરતી નિહારિકા ઠંડી પડવાને લીધે ધીમેધીમે સંકેચાતી હતી અને એના સંકેચાત્યા સાથે એની બહારનું વીંટોના આકારનું પડ છટું પડી ગયું અને પાછળથી મદ

તરીકે અસ્તિત્વમાં આવ્યું. આ જ રીતે જીવંતજીવ અહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા અને સૂર્યમંડળના મધ્યબિંદુની આસપાસ એ જ દિશામાં ફરવા લાગ્યા. જેમ સૂર્યમાંથી પૃથ્વી અને બીજા અહો છૂટા પડ્યા તેમ પૃથ્વી અને બીજા અહોમાંથી ચંદ્રો છૂટા પડ્યા. આ મધ્ય નાનાનાના અહો અને ચંદ્રોએ ઠંડા પડતાં પ્રવાહી રૂપ ધારણ કર્યું અને તેમની ઉપર પાછળથી ઘન કવચ બંધાઈ ગયું. અંદરના ભાગમાં તો હજી પણ પ્રવાહી પદાર્થ રહેલો જ છે. આ સિદ્ધાંતને અનુસરતાં—કેટલાક અપવાદ સિવાય—ધણા પ્રશોત્તું નિરાકરણ સારી રીતે થઈ શકે છે અને તેથી વૈજ્ઞાનિકોની ધણી મોટી સંખ્યાએ એ સિદ્ધાંતને માન્ય રાખ્યો છે.

લાપ્લેસના સિદ્ધાંત પ્રમાણે નિહારિકાના પદાર્થને વાયુરૂપે ગણવામાં કેટલીક વસ્તુરિધિતિ અગમ્ય અને અસ્પષ્ટ રહેતી જણાઈ હતી અને તેની સંતોષકારક સમગ્રણુ આપતાં સર નૉર્મન લૉકવર નામના વૈજ્ઞાનિકે એવો મત દર્શાવ્યો કે નિહારિકા વાયુરૂપમાં નહીં પણ નક્કર દશામાં છે અને ઉલ્કાપાપાણુના—જે ખરતા તારા તરીકે પણ ઓળખાય છે તેના—સમૂહની બની છે. આ સમૂહમાં ફરતા ઉલ્કાપાપાણુનાં પરસ્પર ધર્પણુ થતાં તે એકદમ તપી જાય છે અને તેમાંથી પ્રકાશ નીકળે છે. ધર્પણુબળથી પેદા થતી ગરમી આ પ્રકાશને પોષણ આપે છે. સર નૉર્મન લૉકવરના મત પ્રમાણે અમિન અવકાશના કેટલાક ભાગોમાં જે અસંખ્ય ઉલ્કાપાપાણુ હતા તેમનું જૂથ બનતાં નિહારિકાનો જન્મ થયો. જૂથના મધ્ય ભાગમાંના ઉલ્કાપાપાણુ સંકેતવાને લીધે પુષ્કળ ગરમ બને છે; જ્યારે બહારના ઉલ્કાપાપાણુ સંકેતવાર્ધને થોડી જગામાં આવતાં પરિણામે ન્તેપ્રાઈને એક થઈ જાય છે અને પછી ધર્પણુમગથી ઉત્પન્ન થતા ગરમ ને પ્રકાશિત વાયુ એની આસપાસ પચારાઈ રહે છે. આ પ્રમાણે જીવંતજીવ અહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા જેમ લૉકવર કહે છે. આ સિદ્ધાંત તે “ઉલ્કાપાપાણુનો સિદ્ધાંત” તરીકે જાણીતો થયો છે.

પ્રોફેસર ચેમ્બરલેઇને લોકવરના “ઉલ્કાપાપાણીસિદ્ધાંત”માં કેટલોક ફેરફાર કરવાનું ઉચિત ધાયું. એમનું એવું કહેવું છે કે અવકાશમાં અકેકથી છેટે પડેલા ઉલ્કાપાપાણી હકત ગુરુત્વાકર્ષણના બળથી બેગા મળી શકે નહીં; કારણ કે એમની દરવાની ગતિ ધણી જ ત્વરિત હોય છે એમ માનવામાં આવે છે. જે કેટલાક ઉલ્કાપાપાણી હકત સૂર્યની આસપાસ નિયમિત રીતે ફર્યા કરે એ તે એકબીજાની ધણી નજીક આવતાં ગુરુત્વાકર્ષણને બળે બેગા થઈ જાય છે. આ ઉલ્કાપાપાણી જે સૂર્યની આસપાસના મહામાર્ગમાં નિયમિત રીતે ફરે છે તેઓ નાના મહા તરીકે પણ ગણી શકાય છે. પ્રોફેસર ચેમ્બરલેઇને એમને પ્લેનટેસિમલ તરીકે ઓળખાવ્યા છે અને એની માન્યતા પ્રમાણે હકત પ્લેનટેસિમલના જોડાણથી જ નિહારિકાનું નિર્માણ સંભવિત છે. આ સિદ્ધાંત “પ્લેનટેસિમલના સિદ્ધાંત” તરીકે જાણીતો થયો છે.

નિહારિકાના સ્વરૂપને સમજાવતા આ ત્રણ સિદ્ધાંતોમાંથી ખગોળવિદ્યાના પંડિતો કયા સિદ્ધાંતને વધારે સંભવિત કે સ્વીકારપાત્ર ગણે છે તેની સાથે આપણે અહીં બહુ નિસ્પત નથી. બધે એ નિહારિકા વાયુરૂપે રહી હોય કે ધન સ્વરૂપમાં ઉલ્કાપાપાણીમાંથી જન્મી હોય એ ગમે તે હો. બૂવિદ્યાના અભ્યાસકે તે એટલું જ જાણવાની જરૂર છે કે આપણી પૃથ્વી સરખાતમાં ગરમ વાયુરૂપે કે ઠંડા ધન સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વમાં આવી હતી. આ વસ્તુસ્થિતિનો નિષ્કર્ષ કરવા માટે બૂવેતાનિકોએ પૃથ્વીના ઇતિહાસની બૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ તપાસ કરવી જોઈએ એ જરૂર છે. પૃથ્વીનો બૂતકાળનો ઇતિહાસ તપાસતા અને એનાં બૂવિષયક પ્રમાણોનો અભ્યાસ કરતાં જણારો કે “ધન ઉલ્કાપાપાણી” સિદ્ધાંત “વાયુરૂપ નિહારિકા”ના સિદ્ધાંત કરતાં વધારે અંશે માલ છે. નીચે આપેલી દલીલો પરથી આ હકીકત સમજાશે.

આપણી પૃથ્વી ગરમ અને પ્રકાશિત વાયુરૂપે જન્મી હોત તે એના

વાતાવરણના ઉષ્મામાનમાં ક્રમશઃ ફેરફાર થવો જોઈતો હતો. પણ આવી રીતે ક્રમશઃ ફેરફાર થવાનાં પ્રમાણો આપણને મળતાં નથી. આપણી પૃથ્વી ક્રમશઃ ઠંડી નથી થઈ; કારણ કે આપણને આદિવન-યુગનાં ખડકોમાં દ્વિમપ્રવાહનાં ચિહ્નો પૃથ્વીના ધણા ભાગોમાં મળે છે. વળી આ બધી જગ્યાઓ જીવ્યા અર્ધાંશમાં છે તે ઉપરથી આપણે ઠંડી શકીએ કે તે વખતની ઠંડીની તીવ્રતા અને હાલની ઠંડીની તીવ્રતા વચ્ચે કંઈ ઝાંઝો ફેર હોવો જોઈએ નહિ. કેમ્બ્રિયનયુગ—જે યુગના જીવનના પ્રાચીન-તમ અવશેષો મળ્યા છે તે—મધ્યકાળે દ્વિમપ્રવાહ ચીન અને દક્ષિણ ઑસ્ટ્રેલિયામાં લગભગ મકરવૃત્તના પ્રદેશમાં સમુદ્રપૃષ્ઠ સુધી પહોંચ્યો હતો. આથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પૃથ્વીના ઇતિહાસકાળની શરૂઆતમાં જ કેટલાક ભાગો આજના કરતાં વધારે ઠંડી અનુભવતા હતા. આ રીતે પૃથ્વીના કેટલાક ભાગોમાં એના વાતાવરણના ઉષ્મામાનમાં વધઘટ થઈ હતી. પરંતુ એકંદરે જોતાં ઉષ્મામાનમાં આજના કરતાં કંઈ પણ વધારે ફેરફાર થયેલો જણાતો નથી. હા, ઉલ્કાપાણીના સિદ્ધાંતાનુસાર બૂપૃથ્વું ઉષ્મામાન એક કાળે અતિધણું હશે ખરું, પરંતુ એ અતિધણું ઉષ્મામાનનો કાળ વહી જતાં પૃથ્વી પર આજે છે એવું ઉષ્મામાનવાળું વાતાવરણ સર્વત્ર પથરાઈ ગયું હશે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીના વાતાવરણનો ઇતિહાસ “વાયુરૂપ નિદારિકા” સિદ્ધાન્ત કરતાં “ઉલ્કાપાણી” સિદ્ધાંતને વધારે પ્રુષ્ટિ આપે છે.

વળી, “વાયુરૂપ નિદારિકા”ની કલ્પના કરતાં તરત જ આપણે માની લઈએ કે પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ ક્રમશઃ ગરમ થવું જોઈએ અને જ્વાલામુખીવ્યાપારની તીવ્રતા પણ ધીમેધીમે ઘટવી જોઈએ. પરંતુ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ તપાસતાં જણાય છે કે જ્વાલામુખીવ્યાપારની તીવ્રતા કેટલોક વખત ચાલુ રહ્યા પછી શાંત પડી ગઈ અને વળી પાછી કેટલોક કાળે શરૂ થઈ હતી. એ વસ્તુસ્થિતિ હજી પણ ચાલુ રહી છે; જ્યારે એ વ્યાપાર ધીમેધીમે ઘટવાનાં તો કંઈ પણ ચિહ્નો જણાયા નથી કે જણાતાં નથી. એટલે “વાયુરૂપ નિદારિકા”

ની કંપના અહીં પણ લૂની બને છે.

પૃથ્વી વાયુરૂપે જ અસ્તિત્વમાં આવી હોત તો હવામાનમાં ક્રમિક અને પૃષ્ઠગ ફેરફારો થતા જોઈતા હતા. પણ એવું કંઈ બન્યું હોય એમ નથી જણાતું. પૃથ્વીના આરંભકાળમાં હવામાનમાં ફાસના કરતાં કાબેનડાઈઓક્સાઇડનું પ્રમાણ પણ વધારે હતું; જ્યારે ઑક્સિજન પણ ઓછા પ્રમાણમાં હતો. આજે જે વાયુઓ હવામાનમાં નથી તે થોડા પ્રમાણમાં હતા પરંતુ આ વસ્તુસ્થિતિ થોડો કાળ દરમ્યાન પછી એવું વાયુમિશ્રણ આજના હવામાન જેવું બની ગયું અને તે આજપર્યંત ટકી રહ્યું છે.

ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ જોતાં એ પણ કહી શકાય કે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કાચ કરી રહેલાં ભૌતિક તેમ જ ભૌગોલિક બળો આરંભકાળમાં જોડલાં ઉઘડતાં તેટલાં જ હિમ આજે પણ છે. એ બધું જોતાં તો નિદારિકાની કંપનામાં પ્રકાશિત વાયુરૂપ કરતાં ઘન ઉલ્કાપાયાણના મતને વધુ ઊંચું સ્થાન મળવું જોઈએ.

અહીં સુધી આપણે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ થી રીતે થઈ એ બોધ્યું. હવે ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ ઉઠાવીએ.

પ્રકરણ ૨

પૃથ્વીનો પરિચય

‘પૃથ્વી વાયુરૂપી નિદારિકામયી છૂટી પડી છે’ એ હકીકત તો હવે સામાન્ય જ્ઞાનની વાત બની છે. અવકાશમાં ચાલુ રહેલી ગતિને કારણે વાયુરૂપી પૃથ્વીપદાર્થ ઠંડો ને ઠંડો થતો ગયો ને પ્રવાહી રૂપ ધારણ કર્યા પછી એની આસપાસના ખદારના ભાગનું ઘન પદાર્થમાં રૂપાંતર

યહું થયું. એટલે એની આસપાસ પાતળું પડ અથવા પોપડો બંધાઈ ગયો. આ પોપડા ઉપર વનસ્પતિ તેમજ પ્રાણી અને જીવમાત્ર સૌ વસવાટ કરી રહ્યાં છે.

આ તો ખાલ કવચ અથવા ઘન પડવાળા પોપડાની વાત થઈ. પરંતુ એ ખાલ કવચની હેઠળનો એટલે પૃથ્વીના ગર્ભ સુધીનો રચનાક્રમ કેવો છે તે જાણવા અહીં પ્રયાત્ન કરીશું. નરી આંખે જે જોઈ શકાય છે તે પૃથ્વીનો ભાગ ઘન દશામાં છે એ ખરું. પરંતુ ગોળ પૃથ્વીના મધ્ય ભાગ સુધી આ ઘન દશા જ પ્રવેશી શકે એનાથી કોઈ જાણી જ અવરથા છે એ વિષેની કલ્પનામાત્ર પણ એક રસિક કથા બને છે. લગભગ ૪૦૦૦ માર્શિસની પૃથ્વીની ત્રિજ્યા જોડે ૪૦ માર્શિસના ખાલ કવચને સરખાવતાં ભૂવિદ્યાનું ક્ષેત્ર ધણું જ સંકુચિત અને ગોળ બની જતું હોય એમ લાગે છે. અક્ષબલ, માનવજાતે પૃથ્વીની અંદર પ્રવેશ કરવા પ્રયાત્ન કર્યા છે, પણ એ છીછરા પ્રવેશથી એને પૃથ્વીના પેટાણનું જ્ઞાન કેમ પ્રાપ્ત થઈ શકે ? દુનિયામાં ઊંડામાં ઊંડી ખાલ લગભગ જે માર્શિસ જેટલી જ ઊંડી ખોદાઈ છે, પરંતુ એથી પૃથ્વીના અર્ધપ્રદેશમાં પણ પૂરો પ્રવેશ થયો છે એમ કહેવાય નહિ. આથી પૃથ્વીની અંદરની રચનાનું જ્ઞાન મેળવવા તો આપણે નૈસર્ગિક ક્રિયાઓનો જ આશ્રમ લેવો પડશે.

વાયુરૂપી નિહારિકામાંથી પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ કલ્પાઈ છે પણ એ વિષે હવે શંકાઓ થવા માંડી છે. ભૌતિક અને ભૌગોલિક ક્રિયાઓનું બળ પૃથ્વીનાં ૧૫૦૦૦૦૦૦૦૦૦ એક અબજ ૫૦૦૦ કરોડ વર્ષ જેટલા લાંબા ઇતિહાસકાળમાં કોઈ પણ રીતે ઓછું થયું હોય એમ લાગતું નથી. દાખલા તરીકે, ઠંડકનું વાતાવરણ કે જ્વાલામુખીના લાવાપ્રવાહનું બળ હતું એવું ને એવું રહ્યું છે કે ક્યાંક વધુ પણ છે કે શું ? આ અને આવી બીજી વિગતો વાયુરૂપી નિહારિકાની કલ્પનાની વિરુદ્ધ જ નામ છે. ધણા ઘન ઉલ્કાપાણીના સંગમમાંથી પૃથ્વી પેદા થઈ છે

એ કલ્પનાને તો હવે વધારે પ્રુષ્ટિ મળતી રહી છે.

ઉપર કહ્યું એમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચને તો આપણે કેટલેક અંશે નરી આંખે જોઈ તથા તપાસી શકીએ છીએ. પણ પૃથ્વીના પેટાળનો પૂરો પરિચય સાધવા તો આપણે બીજી કોઈ માહિતીઓને સાથ લેવા પડશે. વાયુરૂપી નિદારિકામાંથી પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ થઈ હોય એમ માની સર્વે એ તો કાલક્રમે એનું પ્રવાહી દ્રવ્યમાં રૂપાંતર થયેલું હોયું જોઈએ. અને એ તો વળી સાધારણ વાત છે કે બહારનો ભાગ વધારે જલદીથી ઠંડો થતાં એ ધન સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ ગયો છે. આ ધન પદાર્થ કે પોપડાને આપણે બાહ્ય કવચ તરીકે ઓળખીએ છીએ. પરંતુ આ કલ્પના ભૌતિકશાસ્ત્રીઓએ માન્ય રાખી નહીં, જો પૃથ્વીની અંદરનો ભાગ પ્રવાહી રૂપમાં હોય તો તેવી ઉપર સૂચન દ્રવ્યોના ગ્રહોની અસર જેમ સમુદ્રના પાણીમાં ભરતીઓટ થાય છે એમ થયા વિના રહે નહિ. ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ એના જવાબમાં એવો નિષ્કર્ષ આપ્યો છે કે પૃથ્વીના પેટાળમાંથી બહાર આવતું લાવાદ્રવ્ય પ્રવાહી રૂપમાં હોઈને પ્રવાહી પેટાળની કલ્પના બિચારી ર્ધ રાકાય નહીં, એમની નવી કલ્પિત માન્યતા પ્રમાણે એમણે પૃથ્વીને ત્રણ ભાગમાં વહેંચી દીધી : (૧) ઉપરનું બાહ્ય કવચ, જે ધણું જલદી ઠંડું થઈને ધન બન્યું છે, (૨) એકદમ ગર્ભનો ભાગ જે વળી ઉપરના અતિશય દબાણને અધીન થઈ ને ધન દ્રવ્યમાં ફેરવાઈ ગયો છે તે અને (૩) બાહ્ય કવચ અને ગર્ભની વચ્ચે પ્રવાહી તરલ પથરાયું છે, જે ચારંવાર જ્વાલામુખીદ્વારા બહાર આવે છે તે.

વિદ્યાનના વધારે અવશ્યિત થયેલા વિચારો સાથે કાલક્રમે આ બધી કલ્પનાઓમાં પણ ફેરફારો થયા છે અને પૃથ્વીના રચનાક્રમને પણ જુદી જ રીતે હવે સમજવામાં આવે છે. પૃથ્વીએ ઉત્ક્રાપાણુ-માંથી જન્મ લીધો છે અને તેથી પૃથ્વીનું આંતરબંધારણ સમજવા સાદું ઉત્ક્રાપાણુનો અભ્યાસ જરૂરી છે. ઘણી વખત ઉત્ક્રાપાણુ પૃથ્વી

પર પડે છે અને તેથી એના સારો એવો અભ્યાસ પણ થયો છે. એના બધારણ વિષેની માહિતીઓ પણ મળી છે. ઉદ્ગાપાયાણું બે જાતના છે : (૧) ધાતુઉદ્ગાપાયાણું, જે લોખંડનિકલના મિશ્રણના બન્યા છે તે અને (૨) પથ્થરઉદ્ગાપાયાણું, જે પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતા દ્રવ્ય સાથે સામ્ય બતાવે છે તે, લોખંડનિકલમિશ્રિત ઉદ્ગાપાયાણું જેવું દ્રવ્ય આપણને પૃથ્વીની સપાટી પર તો નથી મળતું; પરંતુ એ ઉપરથી એવું અનુમાન કાઢવામાં આવ્યું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં આ દ્રવ્યનો જથ્થો પડેલો હશે. વળી, ભૌતિક સિદ્ધાંતોના આધારે જણાયું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં રહેલાં દ્રવ્યોની વિશિષ્ટ ધનતા બાહ્ય કવચના દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ધનતા કરતાં ઘણી જ વધારે છે. ઉપરનું દબાણ પણ આંતરદ્રવ્યની વિશિષ્ટ ધનતા વધારવામાં મદદ કરે છે. આ બધું જોતાં પૃથ્વીના ગર્ભમાં લોખંડનિકલમિશ્રિત પદાર્થ હોવાની માન્યતા વધારે દૃઢ બને છે. બાહ્ય કવચના પદાર્થની વિશિષ્ટ ધનતા ૩.૦ છે; જ્યારે ગર્ભદ્રવ્યની વિશિષ્ટ ધનતા ૧૧.૬ જેટલી કલ્પવામાં આવે છે.

આપણે અત્યારસુધી આંતરદ્રવ્ય ઉપરના દબાણની થતી અસરની જ વાત કરી. ઉપરના દબાણને લઈને આંતરદ્રવ્ય ધન રૂપમાં રહેવા મથે છે એ ખરું. પરંતુ જિંડાજિંડા પૃથ્વીના પેટાળમાં ઊતરતાં દરેક ૬૦ ફૂટના અંતરે લગભગ ૧° જેટલું ઉષ્મામાન વધવાના અવલોકનને વિસારે મૂકી દેવાય એમ નથી. વધતા જતા દબાણને લીધે આંતરદ્રવ્ય ધન દશામાં ફેરવાઈ જાય છે એ ખરું, છતાં વધતા જતા ઉષ્મામાનની અસર હેઠળ એ દ્રવ્ય સંભાળ્ય પ્રવાહી દશામાં જ રહે છે એ પણ જાણવું એટલું જ ઉપયોગી છે. એટલે અનુકૂળ સંજોગો પ્રાપ્ત થતાં એ તરત જ પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરે છે યા તો પ્રવાહી રૂપમાં જવાની શક્તિ ધરાવે છે.

પૃથ્વીની સપાટી ઉપર સ્વજનપ્રદેશ અને જળપ્રદેશની થયેલી

અનિર્વાહિત વહેંચણીથી એક એવું અનુમાન કરવામાં આવ્યું કે જે ખાસ કરીને દેશના વિસ્તરેલા પદાર્થ પશ્ચિમ અનિર્વાહિત રીતે જ વહેંચાયેલા હોયો જોઈએ. પર્વતપ્રદેશમાં અને સમુદ્રવિસ્તારમાં ઓળંગવાની દોરીથી થયેલાં માપનો અને તેમાં જણાતા ફેરફારો આ વિષેની ખાતરી કરે છે. એવી માન્યતા બધાં છે કે ૪૦ માર્શિયને ઊંડાણે સમુદ્ર અને તેની નીચે આવી રહેલા ખડકનું વજન એટલી જ ઊંડાઈના સ્થળપ્રદેશના ખડકના વજનની સગમગ બરાબર છે.

પૃથ્વીની અંદરનો રચનાક્રમ સમજવા બૂક'પસાસ્ત્ર અને એનાં અનુમાનો યજ્ઞાં જ મદદગાર જણાયા છે. બૂક'પમેળના વેગનાં માપ કાઢવાથી એ મેળના દેટલા ઊંડાણથી જમીન ઉપર આવ્યાં હશે અને ઉપર આવતાં કેવીકેવી જાતના પદાર્થો દ્વારા એમને માર્ગ મળ્યો હશે એ બધું ખાતરીપૂર્વક જણાઈ શકાય છે. આમ પૃથ્વીના ગર્ભમાંના સર્વ આંતરપદાર્થનું નિરાકરણ પણ સહેજે થઈ શકે છે.

બૂવિદ્યાના અભ્યાસથી માલૂમ પડે છે કે ખાસ કરીને અવસ્થા 'ગ્રેનીટ' નામના ખડકપદાર્થનું બન્યું છે. એ 'ગ્રેનીટ' કવચની જાડાઈ જુદીજુદી જગાએ જુદીજુદી જણાઈ છે. સ્થળપ્રદેશમાં એની જાડાઈ ૬ માઈલથી માંડીને વધારેમાં વધારે ૨૦ માઈલ સુધીમાં અડસટવામાં આવે છે; ત્યારે જળપ્રદેશમાં તો એનું અસ્તિત્વ પણ જણાતું નથી.

આ 'ગ્રેનીટ' કાચલાની હેઠળ આવી રહેલા પદાર્થની પરીક્ષા માટે પણ બૂક'પસાસ્ત્ર આપણને મદદગાર થઈ પડે છે. બૂક'પમેળના વેગના માપનને આધારે એવી માહિતી મળે છે કે 'ગ્રેનીટ'ની નીચે 'બેસાલ્ટ' જેવો બરસ પડેલો છે. સમુદ્રના તળે પૃથ્વીની સપાટી ઉપર વારંવાર બહાર આવતું 'બેસાલ્ટ' દ્રવ્ય એ વિષેનું સમર્થન કરે છે. 'ગ્રેનીટ' અને 'બેસાલ્ટ'ની વચ્ચે પણ એક પાતળું નહિ સમગ્રાયલા પદાર્થનું પડ રહ્યું છે. પણ આ બધા ઉપરથી એવું અનુમાન નીકળે છે કે

ખાલ કવચ મુખ્યત્વે કરીને 'ગ્રેનીટ' અને 'બેસાલ્ટ' ટ્રાચાઇટ બનેલું છે. કપાકના મન પ્રમાણે ધન પડવાળા ખાલ કવચના બહારના ૧૦ મીટર સુધીમાં ૯૫-૧૦૦ ટકા જોટલાં આગેવ ખડકો મળે છે. એ ઉપરાંત બીજી જાતના ૪૦૦ ટકા માટીપાથાણ, ૧૦-૭૫ ટકા રેતી-પાથાણ અને ૧૦-૨૫ ટકા જોટલા ચૂનાના પથ્થર, કલાક માણાવે છે. ખાલ કવચમાં પુષ્કળ જાતનાં ખડકો મળે છે ખરાં, પણ એની અંદર પણ મોટા ભાગે તો 'ગ્રેનીટ' અને 'બેસાલ્ટ' ખડકો જ વધારે મળે છે.

કેટલાક વૈજ્ઞાનિકો 'ગ્રેનીટ' કોચનાની હેઠળ 'ગેચો' નામના ખડકપદાર્થની કલ્પના કરે છે અને એ બન્નેની વચ્ચે પણ એક પડ રહેલું છે ને 'ગ્રેનીટ' 'ગેચો' ભિન્નિત પદાર્થનું હોય છે એમ માને છે. આ બધાની નીચે 'બેસાલ્ટ' પદાર્થનું કોચલું વિસ્તરેલું છે. ખાલ કવચનો રચનાક્રમ આકૃતિ ૬ પરથી ખરાબર સમજાશે.

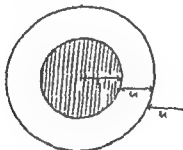


આકૃતિ ૧

સમુદ્રમાં તરતા દિમાનીની માફક ધન ખાલ કવચને પ્રવાહી 'બેસાલ્ટ' પદાર્થમાં તરતું કલ્પવામાં આવે છે અને તેથી દિમાનીની માફક ધન કવચનો ભાગ રચણપ્રદેશ ને જળપ્રદેશથી જાંચો દેખાય છે. રચણપ્રદેશ અને જળપ્રદેશ બન્ને નીચેના પ્રવાહી 'બેસાલ્ટ'માં અકેકની સામે સમતુલ્ય સામવી રહ્યા છે. ઉપરનું ધન કવચ એના નીચેના પ્રવાહી અને વધારે વજનદાર તત્ત્વમાં તરતું રહ્યું છે એ વિચાર પ્રથમ સર જ્યોર્જ ઓરી નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ ઇ.સ. ૧૮૫૫માં

નૈસાનિકા સમક્ષ મૂક્યો દિશાવચનપત્રોમાના ગુરુવાકર્ષણબળના કારણે નિયમનાં માપનની કેટલીક વિશિષ્ટતાઓ જણાયાથી એનાં સમર્થનમાં આ કલ્પના કરવા તરફ એ પ્રેરણા દેતા, અહીં એટલું જણાવવું જરૂરનું છે કે કવચ દેહની પ્રવાહી પદાર્થની કલ્પનાને એના અક્ષરે અક્ષર પારતત્વિક અર્થમાં નહીં લેતાં એને થોડી જુદી રીતે સમજાવી જોઈએ. કોઈ એક જણે ધન કવચને મીથુ સાથે સરખાવ્યું છે. અને 'વેસાઈટ'ને ધૃત ડામરની ઉપમા આપી છે.

પૃથ્વીના ત્રણ વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે અને એનાં ત્રણ જુદાં કોચલાં કલ્પવામાં આવ્યા છે જુઓ આકૃતિ ૨ પહેલું, એકદમ



આકૃતિ - ૨

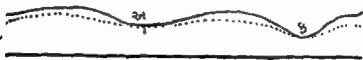
જ્યાં કવચ અ. ૩૬ માઈલ, મધ્યસ્થિત કોચલુ બ. ૧૮૨૨ માઈલ, પૃથ્વીનો મધ્યભાગ ક. ૨૧૧૨ માઈલ

ઉપરનું કોચલુ તે બાહ્ય કવચ જેનું ધન ધડ આપણે ઉપર તપાસી ગયા તે બીજા મધ્યસ્થિત કોચલાની હવે વાત કરીએ મધ્યસ્થિત કોચલુ બાહ્ય કવચના તળથી સરૂ થઈને લગભગ ૧૮૦૦ માઈલ સુધી અદર ત્રીજા લોખન્દનિકલમિશ્રિત કવચનાની સપાટી સુધી વિસ્તરેલું છે એના બધારણના પદાર્થમાં હયુનાઈટ જેવા ભૂરસાની કલ્પના

કરવામાં આવે છે.

પૃથ્વીનો મધ્ય ભાગ એટલે ત્રીજી 'કાયલુ' એ લોખંડનિકલમિશ્રિત. પદાર્થનું બન્યું છે. એની ગંડાઈ લગભગ ૨૧૧૨ માઈલ જેટલી ધારવામાં આવી છે. એના ઉપમામાન વિષે હજી કંઈ નક્કી કરી શકાયું નથી. છતાં એમ માનવામાં આવે છે કે બધા ગિંડાણમાં ઉપમામાન લગભગ ૩૦૦૦ સેન્ટિગ્રેડ જેટલું હોયું જોઈએ. બનફળ માપમાં લોખંડનિકલમિશ્રિત પદાર્થ પૃથ્વીનાં લગભગ ૬ જેટલો ભાગ રોકે છે. દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઘનતા લગભગ ૧૧-૬ જેટલી અંકાઈ છે. એકદમ ઉપરનું 'સિલિકેટ' પદાર્થનું 'કાયલુ' લગભગ ૬૦ બનફળ જેટલા ભાગમાં પ્રસરેલું છે. આ પદાર્થને બાહ્ય કવચમાં મળી આવતાં 'ખડકોનું' મૂળ અંગ લેખી શકાય. એની વિશિષ્ટ ઘનતા લગભગ ૩૦ જેટલી માનવામાં આવે છે. આ બે કાયલાંની વચ્ચે રહેલો લોખંડ તથા, 'સિલિકેટ' મિશ્રિત પદાર્થ ૪-૫ સુધીની વિશિષ્ટ ઘનતા બતાવે છે.

ઉપરની બધી કલ્પનાઓમાંથી ઉપરિચિત યત્ન ચિત્ર જુઓ. આકૃતિ ૩. એ પૃથ્વીના ભૂતકાળનું કાંઈકે જાંખું દર્શન કરાવે છે. પ્રથમ



આકૃતિ ૩ તૂટેલી રેખા જલની ભૂગર્ભસીમા બતાવે છે. :

મૂળભૂત પ્રવાહી ભૂરસ મુખ્યત્વે લોખંડ-મેગ્નેશિયમ-સિલિકેટની સાથે ભળેલા થોડા બીજા ઑક્સાઇડ અને પાણીનો બન્યો દરો. એની અંદર લોખંડધાતુનું પ્રમાણ કાંઈકે વધારે દરો. આ પ્રવાહી કાળક્રમે ધીમેધીમે રાસાયનિક અને ભૌતિક ગુણમેદને કારણે બે જુદાંજુદાં

તરવમાં બે જુદાં કાચવા માફક છૂટા પડી ગયો—જેમ પાણી અને તેત રહે છે એમ. લોખંડુ તરવ વધારે ભારે હોવાથી નીચે ખેંચી ગયું અને તેની ઉપર દળાતું 'સિલિકેટ'પદાર્થનું કાચતુ તરતુ, રેલુનું 'સિલિકેટ'કાચવાની નીચેના ભાગમાં સ્પટિકરૂપાતર થતા ધનપદાર્થની જાડાઈ વધતી ગઈ અને વધને 'સિલિકેટ'દ્રવ્યમા ઘણા ઓછા પ્રમાણમાં રહેલાં પાણી એ ને એવાં બીજાં તરવો ઉપર ને, ઉપર પ્રવાહી દ્રવ્યમા એકઠાં થતાં ગયાં ઉપરના પ્રવાહી પદાર્થના કાચવાની જાડાઈ એકદમ ઓછી થઈ જતાં એનું ધન સ્વરૂપમા રૂપાતર થયેતું હોવું જોઈએ. એને આજે આપણે બાલ કચ્ચ કે, પૃ' ડીના પોપડા તરીકે ઓળખીએ છીએ.

પૃથ્વીનું આંતરબધારણુ સમજવાના આ પ્રયત્નમા એ ચિત્રની દૃક્તા આછી રૂપરેખા જ દોરાયેલી છે એમ કહી શકાય. એની અંદરની ઝીણીઝીણી રિગતો પૂરવા માટે ભાવિના વિજ્ઞાનકોવિદોને હજી ધણધણુ થે કરવાનું રહે છે.

પ્રકરણ ૩

ભૂવિજ્ઞાનું ક્ષેત્ર -

પૃથ્વીના પડતું વિજ્ઞાન એ ભૂસ્તરવિજ્ઞાન આ પડ ઉપર જ પશુ તેમ જ મનુષ્યે આજથી કરોડો વર્ષ થયાં પોતાનું સામાન્ય રચાયું છે. એમાં જ કૂર્ચ, દેવ, અનાજ, વગેરે, પોતાનું કાર્ય સાધી પ્રાણીમાત્રના જીવનને આધારરૂપ થઈ પડ્યાં છે. એ ભૂમિ ઉપર જ લાખો માધલના વિસ્તારમાં આમતેમ રેનમાર્ગો દોડ્યે જાય છે. એના સમુદ્રના તટ ઉપર જ વહાણો તેમ જ આગમોટો પોતાનો માર્ગ ખેડતા વ્યાપાર

આદિ વ્યવહારોથી જુદાજુદા ખંડો અને દેશોને જોડી દે છે. એ જમીનમાંથી જ મનુષ્ય પોતાને ઉપયોગની એવી લોખંડ, તાંબુ, ચાંદી, સોનું, વગેરે, ધાતુઓ મેળવી શકે છે. એના ઉપરની દરેકે દરેક વસ્તુ મનુષ્યનાં જીવનના મૂળભૂત અગત્યમાન ઘર્ષ પડી છે. આવા એ પડની રચના, એ રચનાનાં નિર્માણ અને ગોઠવણી વિષે થોડીઘણી પણ માહિતી મેળવવી એ અગત્યનું ઘર્ષ પડશે.

પૃથ્વીના પડની પ્રાથમિક માહિતીઓ મેળવવાં માટે આપણને ઠાંઈ 'ખજુ દૂર જવું પડે એમ નથી. તમારા ઘરની આસપાસની ખુશી જમીન તમારી તીવ્ર શોધકશુદ્ધિનો વિષય બની રહેશે. સામાન્ય નગરને લીંગે એમ આપણું જૂઠવણ એ માત્ર એક જ જાતના પડનું (પથ્થરનું) નથી બન્યું, પરંતુ સહેજ પારીક અવલોકન કરતાં માત્રમ પડશે કે દસ ચોરસ માઇલના વિસ્તારમાં તો દસ જુદીજુદી જાતની જમીનો (ખડકો) દેખા દે છે, સમુદ્રકિનારે વસવાટ કરનારાને એ કિનારો રેતાળ છે કે નક્કર ખડકવાળો છે, સમુદ્રનાં મોજાં કિનારાને શી રીતે તેમ જ કેવીકેવી અસર કરે છે, કિનારાનાં ખડકોનો વિનાશ કેવી રીતે થાય છે, વગેરે, વગેરે, અનેક વિગતોની માહિતી મેળવવાનું શક્ય બને છે. તે જ પ્રમાણે દૂર દેખાતી ખીણ કે પહાડોના પથ્થરો, ક્યાંક નજીકમાં બેસતી પથ્થરની ખાણ, સુકાઈ ગયેલાં જળવિદ્યોતનાં નાળાંમાં મળતા લીસા, ગોળ પથ્થરો, વગેરે, વગેરે, આપણને પૃથ્વીના એ ભાગના જૂતકાળનું થોડું જતાં સ્પષ્ટ અને સાચું દર્શન કરાવે છે જ.

આ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠની વાત ઘર્ષ. પણ પૃથ્વીના ગર્ભમાં થતા ઉલ્કાપાતો તેમ જ તેની અંદર રહેલા જુદાજુદા પદાર્થોનું જ્વાળન પણ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ આવેખવામાં એટલાં જ ઉપયોગી છે. આજનું વિજ્ઞાન આપણને પૃથ્વીના જિંડાજિંડા અંતરમાં લઈ જતા પણ સામર્થ્યવાન બન્યું છે. પરંતુ ચારથી પાંચ માઈલની દુનિયાની જિંડામાં જિંડી ખાણ સગલમ પાંચ માઈલની છે. માનવહસ્તે કોતરાયેલા જૂઠવણના જિંડાણમાં માનવી શું શું જોઈ શકશે ? સગલમ ૩૫૦૦ માઈલ જોડેલી પૃથ્વીની

ત્રિજ્યા બાધુર્તા એનાં ગાઢ જિંઝણ માપવા જતાં એ નિરાસ નહિ તો-
પણ મન્દોલસાહ તો ખની જ જશે. પરંતુ કુદરતી કારણને અંગે થતા
ફેરફારો એનાં ગાઢ જિંઝણોને પણ આપણી સમક્ષ પ્રુદ્ધતાં મૂકી દે
છે અને તેદ્વારા પૃથ્વીના મધ્ય ભાગતું પૃથકકરણ પણ શક્ય બને
છે. જિંડી ખાણુ જોદતાજોદતા વધતું જતું ગરમીતું અમાણુ, વારંવાર
પૃથ્વીના પેટાળમાંથી બહાર નીકળતો ગરમ અવાહી પદાર્થ ભાવા,
તેમ જ નૈસર્ગિક બળોને અંગે જોદાપદ્ધી જિંડીજિંડી ખીણો પૃથ્વીના
પેટાળની રચનાનો આપણને અંખિગ્રાંખો છતાં ઠીકઠીક પરિચય
કરાવે છે.

વળી, આપણી પૃથ્વીતું ખાણ કવચ તદન સ્થાયી, સ્થિર કે
અચળ જ છે કે એમાં કાળવદન થતાં કોઈ પણ ભતતના કમિક ફેરફારો
થતા બધ છે? આ પ્રશ્ન પણ ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ ધણે જ મહત્વનો
છે. સામાન્ય મનુષ્યને એમ જ લાગે છે કે પૃથ્વીતું ખાણ કવચ કલા
પણ ફેરફાર વિનહું સ્થાયી અને અચળ જ રહ્યું છે અને પહાડો,
ખીણો, નદીનાં વહેણો અને સમુદ્રના તટો એ પોતાના અને
પૃથ્વીના પણ આદિકાળથી એવાં ને એવાં અને એ ને એ જગ્યાએ જ
છે અને રહેશે. આને જ એ સત્ય હકીકત માની લેશે. પોતાના
ધર આગળ ધર્ષને વહેતી નદી ભૂતકાળમાં પણ ત્યાં જ વહેતી હતી એમ
એના પૂર્વજોએ એને કહેતું તેથી અને અવિખ્યમાં પણ ત્યાંથી જ વહેશે એ
માન્યતા ધણી જ રૂઢ ધર્મ ગર્ભ છે; કારણ કે મનુષ્યનો અલ્પ જીવનકાળ
આપણી દૃષ્ટિને ટૂંકી ને મર્યાદિત બનાવી મૂકે છે, પરંતુ આ માનવું બૂઝ-
ભરેલું છે. વસ્તુસ્થિતિ તદન જુદી છે. ઐતિહાસિક પ્રમાણો તપાસતાં-
તપાસતાં માનુષ પડશે કે ઐતિહાસિક કાળમાં નદીઓએ પોતાનાં
વહેણોનાં સ્થાન ને દિશાઓ બદલાઈ છે. મહાભારતજેવા અથો એની
સાક્ષી પૂરે છે અને હાલતું ભૂવિજ્ઞાન એ દતકથાઓને સાચી સિદ્ધ કરી
બતાવે છે. આજની સિંધુનદી એક વખત આપણા ખંભાતના અખાતને
મળતી હતી અને સરસ્વતીનદીના સૂકાયેલા પટની નિશાનીઓ હજી પણ

સિંધુનદીના પૂર્વના રણપ્રદેશમાં આપણને જોવા મળે છે. ;

આ તો બધા મનુષ્યના ધણા જ દૂંધા જીવનકાળમાં ન બની શકે એવા વિરાટ બનાવો છે. પરંતુ પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર એવા યે બનાવો બન્યે જાય છે કે તે આપણે જોઈ તેમ જ સમજાવી શકીએ. દાખલા તરીકે, ગાદ ઝાડીથી ભરપૂર વન સખ્ત પવનના તોફાનને આધીન થઈ હઝારો ઝાડોનો નાશ થતાં સપાટ પ્રદેશરૂપમાં ફેરવાઈ જાય છે અને તેને માણસજાત પાછળથી ખેતીના ઉપયોગમાં પણ લઈ શકે છે. નદીઓનાં સખ્ત પૂરથી વૃદ્ધતા નદીના કિનારાઓ અને આસપાસના વિસ્તારોમાં લાંબે સુધી પથરાતા રેતાળ કાંપથી પણ આપણે અજાણ્યા નથી. બારે વરસાદથી પરિણમતા ભૂપર્યાસને લીધે જો આઈ પરથી નીચે ગબડી પડતા જમીનના મોટામોટા ટૂંકડાઓની વિગતો પણ આપણે અખખારોમાં વાંચીએ છીએ. ધરતીકંપના સખ્ત આંચકાથી અને બાહ્ય કવચમાંથી ફાટી નીકળતા ગરમ પ્રવાહી લાવારસના કારણે નશ પામેલાં શહેરોનાં ઇતિહાસનાં કંઈકંઈ પાનાં પ્રમાણે પૂરાં પાડે છે. વળી ક્યાંક સમુદ્રના પાણીનું જમીન ઉપર આક્રમણ થાય છે તો ક્યાંક જમીન સમુદ્રના પાણીને ધક્કેલીને આગળ ધસતી રહે છે. આવા તો કેટલા યે ફેરફારો આપણી પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં થયે જ જાય છે. આ અને આવા બધા બનાવોની વિગતવાર નોંધ માનવજાતે નથી જાળવી રાખી. પણ આપણા સુહાગ્રે એ બધી હકીકતો બાહ્ય કવચના પડેપડમાં એટલી બધી સરસ રીતે જળવાઈ રહી છે કે ભૂવિજ્ઞાનકેને માટે તો એ પૃથ્વીના ભૂતકાળને જાણવાનું બહુ અગત્યનું સાધન બની રહે છે. આવાંઆવાં અવલોકનો અને શોધોથી આપણે ઐતિહાસિક કાળની પૂર્વેનો પૃથ્વીનો ઇતિહાસ જાણી શકીએ છીએ. આવાંઆવાં સંશોધનને અતિ મળી આવતા પૃથ્વીના ભૂતકાળના ઇતિહાસનાં પ્રમાણોને આપણે ભૂવિજ્ઞાના નામથી ઓળખીએ છીએ. બધાં પ્રમાણોને શોધી, તપાસી,

ઊંડેલી અને ઝાઝીને પૃથ્વીનો અથવા ધૃતિ સુધીનો ઇતિહાસ રચવાનું કાર્ય જૂવૈરાનિકોનું છે.

જૂતકાળના ઇતિહાસને બરાબર સમજવા અને ઊંડેલવા માટે ઇતિહાસકારો શિક્ષાવૈજ્ઞાની સહાયતા લે છે અને એ શિક્ષાવૈજ્ઞાની ઊંડેલવા માટે તેની ભાષાનો આપણે પરિચય સાધવો પડે છે. જૂવિજ્ઞાના વિષયમાં પણ તેમ જ છે. પૃથ્વીના પડમાં પડેલા કુદરતના ચિહ્નાવૈજ્ઞાનું સ્વરૂપ બરાબર રીતે સમજવા પહેલાં આજે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર ચાલી રહેલા ક્રમિક ફેરફારોને ધણી જ સુદૃઢતાથી તપાસવાની અને સમજવાની જરૂર છે, કારણ કે કુદરતી ક્રિયાઓને સમજવા માટે આપણી પાસેના આજના એક સાધનના સાહાય્યથી જૂતકાળના ગાઢ અંધકારમાં કાંઈક પ્રકાશ પાડી શકીએ અને તેથી જ એમ કહેવાય છે કે વર્તમાન એ તો જૂતકાળનો સંદેશવાહક છે.

આ ઉપરથી જોઈ શકારો કે પૃથ્વીનો ઇતિહાસ સમજવા માટે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર થતા પ્રત્યેક ફેરફારને બારીકાથી તપાસવાની જરૂર છે, એથી આપણે હવે નિત્ય અવિચ્છિન્ન ચાલતી રહેતી કુદરતી ક્રિયાઓનું-કે વાયુ, વરસાદ, દિમ, વગેરેનું અને તેનાથી થતા ફેરફારોનું-બરાબર નિરૂપણ કરી શકીશું.

પ્રકરણ ૪

જૂપૃથ્વીના જળનું કાર્ય, ખડકનું અપાવરણ

જૂપૃથ્ઠ ઉપર ચાલુ રહેલા ધીમા ફેરફારો : આપણે ધણી વખત લોકોને જોયતા સાંજળાંએ છીએ કે વખતના વહેવા સાથે દરેક વસ્તુનો નાશ થાય છે. પણ આ કહેવું સચવી વેમનું છે. કાંઈ પણ

વરતુમાં કેવળ કાળખળે જ ફેરફાર લાવી શકતો નથી, પરંતુ કુદરતી ક્રિયાઓનાં કારણો જ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ધણે લળિલાળે વખતે મહત્વના ફેરફારો થયેલા આપણે જોઈએ છીએ. કેઈ જૂની ઇમારતનો દાખલો અહીં અસ્થાને નહીં ગણાય. દરેક જણ જાણે છે કે લાંબા કાળના ગાળા પાદ દર કેઈ ઇમારતનું ચલુતરકામ વગેરે પહેલાના જોટણું સુદર, સંગીન અને સુરેખ નથી રહેતું, પણ તેમાં કપાંકકપાંક ફાટફૂટ અને નાશનાં ચિહ્નો નજરે પડે છે. એ જ રીતે ભૂપૃષ્ઠના વિસ્તારમાં પણ એવી ફાટફૂટ, એવી ચીરાડો અને એવી અવ્યવસ્થા નજરે પડે છે. આ બધાનું કારણ જોવા જઈશું તો તે એક જ જણાશે. વાયુ અને વરસાદનાં પાણી જેજે વસ્તુના સમાગમમાં આવે છે તેમાં આવા ફેરફારો એ કરે છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર ચાલી રહેલા આવા બધા ફેરફારોને આપણે ભૌતિક અપક્ષમના નામથી ઓળખીશું. આવી રીતનો ખડકોના અપક્ષય ખીજાં ધણાં કારણોને આભારી છે. એમાંનાં નીચે જણાવેલાં મુખ્ય મણી સકાય :

(૧) હવાના ઉમામાનમાં થતી વધઘટ : આ સમજવા માટે આપણે કેઈ ગરમ પ્રદેશનો દાખલો લઈશું. એવા દેશમાં દિવસે સૂર્યના તાપથી જમીન એકદમ ગરમ બને છે અને રાતને વખતે તેવી જ રીતે ઠંડી પણ પડી જાય છે. જમીન ગરમ થાય છે તે કારણે એ ખડકના કીણાં વા મોટાં કણો છૂટાં પડે છે; જ્યારે પાછા ઠંડા થતાં છૂટા થયેલાં કણો એકેકની સાથે દબાઈને રહેવાનો પ્રયત્ન કરે છે. આથી એ જમીન ચાલુ આશ્લેષણવિશ્લેષણની તંગ દશામાં રહ્યા કરે છે અને તેથી એવા પ્રદેશમાં પૃથ્વીના બાહ્ય કવચને ચોમેર વિખંડ સ થતો રહે છે. આવું આશ્લેષણવિશ્લેષણ ખડકોમાં ખાંડ રીતે પણ થાય છે અને તે દરેક ખડકમાં રહેલાં જુદાંજુદાં ખનિજોના જુદાંજુદાં પ્રમાણના ઉષ્ણતામાહક ગુણને લાધે છે.

(૨) હિમની ખડક પર થતી અસર : હિમની અસર ઠંડા મુઠકમાં આપણે ઘણી સારી રીતે જોઈ શકીએ છીએ. જમીનમાં

પચેતુ પાણી ન્યારે જમીનનાં કણોની વચ્ચેની ખાલી જગ્યામાં ધીજીને
 ધન બરફના સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ જાય છે ત્યારે ધન બરફનું કદ પ્રવાહી
 પાણી કરતાં વધારે મોટું હોવાથી તે ખડકનાં કણોને વધારે છૂં
 પાડીને હીલાં પાડી દે છે. પછી પવન કે કાંઈ બીજા બળથી એ
 હીલાં પડેલા કણો આમનેમ વીખરાઈ જાય છે આ રીતે ઠંડા પ્રદેશમાં
 જમીનનો નાશ થતો રહે છે.

(૬) વરસાદનું પાણી : વરસાદનું પાણી પણ જમીનનો નાશ
 કરે છે એ સર્વથી સુવિદિત છે વાદળાંમાંથી નીચે પડતા વરસાદના
 પાણીમાં હવામાંના કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, ઓક્સિજન, વગેરે
 વાયુઓનું મિશ્રણ થાય છે, અને તેની પાંદડાં વગેરે વનસ્પતિ
 જન્મ દ્રવ્યથી એ પાણી ચ્યંસીયું નિર્મલ સ્વરૂપ ધારણ કરે છે
 અને તેથી તેમાં ખટારા આવે છે. ખડકોમાં રહેલા ચૂનાજેવા દ્રવ્યશીલ
 પદાર્થ ધણી સહેલાઈથી ઓગળી દઈ જમીનના નાશનું કારણ
 બને છે. આ રીતે જોતા વરસાદના પાણીથી થતા નાશનું પ્રમાણ
 તેને ખડકની જાત ઉપર આધાર રાખે છે જમીન પર પડતા
 વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ વાયુરૂપે પાછો હવામાં આવે જાય
 છે. મોડોક ભાગ જૂથઈ ઉપરના પાણી તરીકે નદી, નાગાનાં પાણી
 સાથે ભળી જાય છે, ન્યારે ખાડી રહેલો પાણીનો ભાગ જમીનમાંના
 ગ્રીજાં ખારીક છિદ્રોદ્વારા જમીનની અંદર પ્રવેશે છે અને જમીનના
 ગર્ભમાં જૂગર્ભના જન તરીકે વહે છે આ રીતે જૂથઈનું નાશ અને
 જૂગર્ભના જલનું પ્રમાણ પણ જુદીજુદી જગ્યાઓના ખડક પર
 આધાર રાખે છે ધણા મોટા છિદ્રોવાળા ખડકોમાં પાણી ઝડપથી,
 અંદર પેસી જતું હોવાથી એવા વિસ્તારમાં જૂથઈ જળના
 નદીનાળારૂપે વહેવાનો સંભવ પ્રમાણમાં ઘણો ઓછો રહે છે

(૪) જલની જૂગર્ભ-સીમા : રેતીપાણીજેવા ખડકોમાં ન્યાં
 પાણીનું શોષણ ધણી સહેલાઈથી થઈ શકે છે ત્યાં વરસાદના પાણીનું

થું થાય છે એ બાલુવું જરૂરું છે. ઉપર કહ્યું છે તેમ ખડકનાં છિદ્રોદ્વારા પાણી ભૂગર્ભમાં જીંડું ને જીંડું જતરે છે અને ત્યાં ખીખી ખડકોનાં છિદ્રોમાં રહેલા પાણી સાથે ભળી જાય છે અને ભૂગર્ભના જળમાં વધારો કરે છે. આથી આપણે આવી જમીનના બે વિભાગ પાડી શકીએ : (૧) ઉપરનો ભૂપૃષ્ઠનો, જે ભાગ પાણી જમીનમાં જતરી જતાથી પાણી વિનાનો થયો છે તે અને (૨) નીચેનો ભૂગર્ભનો ભાગ, જ્યાં પુષ્કળ પાણી જમા થઈ શકયું છે તે. આ બંને ભાગોની વચ્ચેની સીમાને આપણે જલની ભૂગર્ભસીમા તરીકે ઓળખીશું. આ સીમા જુદેજુદે ઠેકાણે જુદીજુદી જગ્યાએ દેખાય છે જેવા કે ટેકરીવાળા પ્રદેશમાં તે જાંચે આવે છે; જ્યારે ખીણવાળા પ્રદેશમાં એ નીચે જતરી જાય છે જુઓ આકૃતિ ૩.

વરસાદના દિવસોમાં એ ભૂગર્ભસીમા ઉપર ચડે છે અને ગરમીના સૂકા દિવસોમાં નીચે એ જતરી જાય છે. આ ઉપરથી સહેલાઈથી સમજી શકાશે કે જીનાજાના દિવસોમાં (અ આકૃતિ ૩) ફૂવાનાં પાણી તરત સૂકાઈ જાય છે. તે જ પ્રમાણે (ક આકૃતિ ૩)



આકૃતિ ૪ અ બ ઝરાની ઉત્પત્તિ

માં દર્શાવ્યા મુજબ ખીણનાં ઝરાનાં પાણી પણ વસાઓછા વખત માટે સૂકાઈ જાય છે.

ઝરાની ઉત્પત્તિ : આગળ કહ્યું તેમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં જુદીજુદી જાતનાં ખડકો છે. તેમાંનાં કેટલાંક ખડકોની શોષણશક્તિ

તેનાં મોટામોટા હિલ્લોને લીધે ધણી જ વધારે હોય છે, ત્યારે કેટલાક ધણાં ધન, સખત અને તેથી ઓછી શીશ્યશક્તિવાળા હોય છે. આવાં બે જાતનાં પડની ઓઠવણી આકૃતિ ૪ માં બતાવ્યા પ્રમાણે થઈ હોય છે ત્યારે ઝરાના જન્મ થવાના સંભવે ઉદ્ભવે છે આકૃતિ ૪ અંતર્ગત માત્રમ પડશે કે ધણાં જ ધન એવા માટીનાં પડ પર રેતી પાવાણુનું પડ ટેકરીના આકારમાં પડ્યું છે. ઉપર સમજાવ્યું છે તેમ રેતીપાવાણુનાં હિલ્લો મોટાં હોવાથી વરસાદનું પાણી સહેલાઈથી અંદર પ્રવેશી માટીનાં પડ આગળ આવીને અટકે છે. ત્યાંથી એ ઝાંઝા મારે પાણુ બહાર આવે છે અને એ રીતે ઝગને જન્મ આપે છે આકૃતિ ૪ બ માં દેખાય છે એ પ્રમાણે જો બન્ને પડ એક બાજુ નમતાં થયાં હોય તો પાણી સહેલાઈથી એ તરફ વહીને ઝાંઝા મારે બહાર નીકળે છે.

ભૂપર્યાસ - મોટામોટા જમીનના દુકડાઓના પર્વત કે ઊંચી ટેકરીઓના ટોળાવ પરથી નીચે ધસી આવવા વિશે આપણે ધણી વખત સાંભળીએ છીએ આ બનાવોને પણ ઉપર દર્શાવેલાં કારણોથી સમજાવી શકાશે ઉપર જણાવ્યું તેમ રેતીપાવાણુની નીચલી અને માટીપાવાણુની ઊપલી હદ આગળ પાણીનો પ્રવાહ વધારે હોવાથી એ ભાગની જમીન વધારે ચીકણી અને લીસી બની જાય છે અને તેથી ઉપરનાં પડનો કોઈ ભાગ સંજોગવશાત્ સહેલાઈથી ગુરુત્વાકર્ષણના બળે કરીને નીચે સરી પડે છે આકૃતિ ૪ બ અને ૫ માં



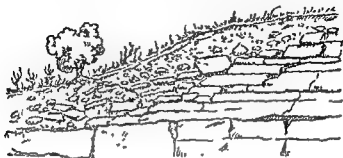
આકૃતિ ૫ ભૂપર્યાસ ક્યાં થાય અને ક્યાં નહીં થાય એ દર્શાવતું ખીણનું ચિત્ર

ખતાઆ પ્રમાણે ખન્ને પડેલું નમન જે તરફ હોય તે તરફ ખાસ કરીને જમીન ધસી પડવાના સંભવ-ભીમા થાય છે. નમન સામેની દિશામાં આકૃતિ પણ આ આગળ એમ ખનવું ખાસ શક્ય નથી.

ભૂગર્ભજલનું કાર્ય : ભૂગર્ભમાં વહેતા પાણીને ક્ષીધે જ જમીનના દૂકડા ધરી પડે છે એ તો આપણે જોયું. વળી, આપણે ઉપર જોઈ ગયા તેમ વાદળાંમાંથી નીચે ઊતરતાં અને ભૂપૃષ્ઠ ઉપર વહેતાં પાણી કેટલાક વાયુને પોતામાં ઓગાળી દહને નિર્ખળ એસિડનું રૂપ ધારણ કરે છે. આ પાણી જમીનની અંદર દાખલ થાય છે ત્યારે અંદરનાં ખનિજો વગેરેને (જેવા કે કૃંદસાધકને) પોતામાં ઓગાળી દહ અંદર ને અંદર દૂર સુધી પોતાના વહેણમાં ધસડી લેાય છે અને કોઈ ખીજ જગ્યાએ પોતાની વહનશક્તિ ધટવાથી એને ઊડી દે છે. ઝરાનાં પાણી તપાસતાં અથવા એનું પૃથક્કરણ કરતાં આ વસ્તુરિયત તદ્દન સ્પષ્ટ થશે. કોઈકોઈ વખત કોઈ ઝરાના પાણીમાં એવાં ઉપયોગી રાસાયણિક તત્ત્વો ઓગળેલાં હોય છે અને તે પાણી આપણે તાંદુરસ્તીને ખાતર પણ ઉપયોગમાં લઈએ છીએ. વગ્નમાધ અને દેવકીબિનાઇના ગરમ કુંડોનાં આવાં પાણી વિશે સૌ કોઈ જાણે છે.

જમીન અને નીચડી જમીનનું અંધારણ : કોઈ પણ જગ્યાએ ખોદકામ કરતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે એ વિસ્તારમાં થોડાક ફૂટની ઊંડાઈ સુધી આપણને ખારીક છૂટી માટી સિવાય ખીજું કંઈ જ જડતું નથી. એ માટીના પડને જમીન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તે પછી નીચેના ખડકના નાનામોટા દૂકડાઓ માટી સાથે ભળેલા દેખાય છે અને તે નીચડી જમીન તરીકે જાણીતી છે. એકદમ ઊંડાં ઊતરી જતાં નજીર ખડક માલૂમ પડે છે. આવી જાતનો નિષ્ક્રિય ઉત્તરોત્તર ક્રમ આપણને બાહ્ય કવચના ધણા ભાગોમાં જોવા મળે

છે જુઓ આકૃતિ ૬. આમ યવાનાં ખાસ કારણો આપણે ઉપર જોઈ



આકૃતિ ૬ ખડક તથા નીચલી જમીન

અથા એમ દવાના ઉપમાખાનમાં યતા ફેરફારો, દિમ, વાયુ, વરસાદ વગેરે નૈસર્ગિક ખજો છે અને ભૌતિક અપક્ષપને અતિ આરાં પરિચામ આવે છે.

નદીનાળાંમાં વહેતા પાણીનું કાર્ય

નદીનો જન્મ : આગળ આપણે દિમ, વાયુ વરસાદનાં પાણી વગેરેનું ભૂપૃષ્ઠ ઉપર બને ભૂગર્ભમાં યતું કાર્ય જોયું. હવે વરસાદનું પાણી નદી અને નાળાંદ્વારા સમુદ્રને મળતા સુધીમાં શાશા ફેરફારો ભૂપૃષ્ઠ ઉપર કરે છે તે તપાસીશું. પૃથ્વી દમેશાં વધારે નીચાણ તરફ વહેવા માટે છે એ નિયમાનુસાર નાનાંનાનાં વહેણો વરસાદને કારણે જમીન પર વહેતાં થઈ થઈ જાય છે. એવાં ધણુ વહેણો મળી એક થતાં એક નાનાં નાળાનું રૂપ ધારણ કરે છે અને આવાં નાળાંમાંથી નદી થાય છે. નદીનાં પાણી વહેવા માટે પોતે એક માગે જમીનમાં ખોદી કઢાડે છે અને તે નદીના પટ તરીકે ઓળખાય છે. નદીનાં વહેતાં પાણી બે જાતનાં કાર્ય કરતાં રહે છે : (૧) એના ધર્મજનક વડે જે કાર્ય કરે છે તે અને (૨) રાસાયનિક તત્ત્વોની

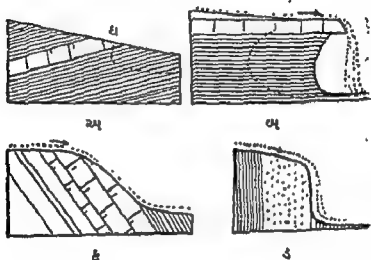
મદદથી કરે છે તે.

(૨) ધર્મજીવનથી થતું કાર્ય : ગતિમાં મુકાયેલી દરેક વસ્તુમાં કાર્યસાધક શક્તિનો હિસાબ થાય છે. આ ભૌતિકશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતને આધારે વહેતાં પાણી પણ કાર્યસાધક શક્તિનું બળ ધરાવે છે. તે જ પ્રમાણે નદીનાં વહેતાં પાણી પણ એની એ ગતિમય કાર્યશક્તિથી એના માર્ગમાં આવતાં ખડકને ખોદી કાઢીને તેના નાનામોટા ટુકડાઓને તેમ જ માટીનાં ઝીણાં કણોને પોતાના વહેણમાં આગળ અને આગળ ધસડી લઈ જાય છે. એ સઘળો ભાર વહન કરવાની શક્તિ એના પ્રવાહબળ હિપર રહે છે. નદીમાં પૂર આવ્યું હોય તે વખતે પ્રવાહબળ અતિશય વધવાથી મોટામોટા પથ્થરોને પણ એ સહેલાઈથી ધસડી શકે છે, પણ એ પ્રવાહબળ ઓછું થતાં એ બધું માટીદ્રવ્ય નદીને તળીએ ખેસી જાય છે અને ફક્ત ઝીણી માટીનાં કણો જ પાણીમાં તરતાં રહી આગળ વધે છે. વળી, પાણીમાં ધસડાતા પથ્થરના ટુકડાઓ નદીના પટને અને કિનારાઓને કાતરી નાંખવામાં કારણભૂત થઈ પડે છે.

(૨) રાસાયનિક તત્વોથી થતું કાર્ય : આગલા પ્રકરણમાં જોયું તેમ વરસાદનાં પાણીમાં-હવામાંથી તેમ જ જમીન પરથી ખટ્ટાશનું તત્ત્વ પોતાનામાં દાખલ થાય છે અને તેની મદદથી ખીજાં ખડકોને ઓગાળી દઈ તેનો નાશ કરે છે. ઓગળેલા ભાગો પણ સમુદ્રના પાણીમાં અતિ નિવાસ કરે છે. આ એનું રાસાયનિક કાર્ય.

જળધોષ : નદીનાં પાણી ધણી જ જીવાઈએથી અથવા ધણી જ દોળાવ પરથી વહે છે ત્યારે પ્રચંડ પ્રવાહવેગમાં એ મોટામોટા જમીનના ટુકડાઓને ધસડી લઈ જાય છે એ આપણે જોયું. એ ધસડાતા પથ્થરો નદીના પટના ખડકને કાતરી નાંખે છે એ પણ આપણે જોયું. આવી રીતે નદીનો પટ જોડો ને જોડો કાતરાતો જાય છે

ત્યારે નદીના માર્ગમાં ઊંડાં કોતરોનો જન્મ થાય છે. જળધોધ પશું કંઈક એવા જ સંજોગોમાં ઉત્પન્ન થાય છે અને નદીનાં પાણી નરમ અને સખ્ત એમ બે પ્રકારનાં ખડકોમાં ચર્ચને વહેતાં હોય છે ત્યારે ધોધની બધી સામગ્રી એકઠી થઈ રહે છે જુઓ આકૃતિ ૭. આકૃતિ ૭ એ જોતાં માલુમ પડશે કે ડામીથી જમણી બાજુ વહેતાં



આકૃતિ ૭ જળધોધ કેવા સંજોગોમાં જન્મે છે એ આ ચાર આકૃતિ બતાવે છે.

નદીનાં પાણી પહેલાં નરમ માટીપાથણમાંથી વહી ચૂનાનાં સખ્ત ખડકને મળે છે અને વળી પાછાં માટીપાથણમાંથી વહે છે. ધર્મજી. બગ વડે નદીના પટનાં ખડકો ખચાતાં જાય છે પણ માટીપાથણ ચૂનાના ખડક ઠરતાં વધારે નરમ હોવાથી ધ આગળનો માટીપાથણ વધારે ને વધારે ઊંડો કોતરાયો જાય છે અને મોટા જળધોધને જન્મ આપે છે. આ આકૃતિ ૭ માં દોરેલી નૃસી રેખા પરથી સ્પષ્ટ થશે. દરેક નદી પોતાના પટને સમુદાયક મુધી બોરે છે તેથી

વધારે જોડું જોડવાની શક્તિ તેનામાં રહેતી નથી અને ફક્ત પહેલાંમાં જ નદીના કિનારાઓને એ કાતમે જાય છે. જ્યાંસુધી નદી જોડાઈમાં પોતાના પટને જોડી શકે છે ત્યાંસુધી એ તરણાવસ્થામાં ગણાય છે પરંતુ એ ક્રિયા બંધ થતાં એ જરૂરાવસ્થાએ પહોંચે છે એમ કહેવાય છે.

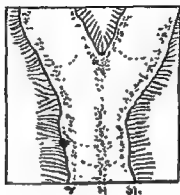


પ્રકરણ ૫

હિમાની અને સમુદ્રજલનું કાય

[હિમાનીનું કાય: ઠંડા પ્રદેશમાં અથવા તો ધણુ જોયા પર્વતના શિખર પર પડતું હિમ ધીમેધીમે એકઠું થતાં મોટા બરફના ઢગલા-સમુ જની રહે છે અને તેને આપણે હિમાની તરીકે જાણીએ છીએ. એ એકઠું થયેલું હિમ એક જ ઠંડાણે સ્થિર અવસ્થામાં પડ્યું રહે છે ત્યાંસુધી તો એ એની નીચેની જમીનનું ભૌતિક અપક્ષવધી રક્ષણ કરે છે. પરંતુ એની ધીમેધીમે નીચે સરવાની ક્રિયાથી એની હેઠળ આવતી જમીનનો એ નાશ કરે છે. પર્વતની હિમસીમાના ઉપરના ભાગમાં હમેશાં એકઠું થમા કરતું હોવાથી તેનું પ્રમાણ વધતું જાય છે અને વધારાનું હિમ ત્યાંથી બે રીતે જતું રહે છે: એક તો મોટા ઢગલામાં એ બરફ નીચે તૂટી પડે છે અથવા તો હિમપ્રવાહના રૂપમાં ધીમેધીમે નીચે જતરે છે. જે ખીણોમાંથી એ વહે છે તે ખીણોના તૂટેલા નાનામોટા જમીનના ટુકડાઓને પોતાના પ્રવાહ ઉપર જમણી અને ડાબી બાજુના ભાગે પર ધસડી જાય છે. આ બધું માટીરૂપ ધણે ભાગે એની ખીણના આજુબાજુના ભાગ ઉપરથી જ પડ્યું હોય છે. આ બધું બાજુ એકઠાં થયેલાં માટી-રૂપ જમણા અને ડાબા પડખાંના હિમમંડલ તરીકે જાણીતાં છે.

બે હિમપ્રવાહના જોડાણથી એકની ડાબી બાજુના અને યીમના જમણી બાજુના હિમમત્ત એકલા થતાં મધ્યમ હિમમત્ત જન્મ પામે છે જુઓ આકૃતિ ૮.



આકૃતિ ૮ જમણા, મધ્યમ અને ડાબા હિમમત્ત

વળી, જે જમીન ઉપર એ વહે છે તે જમીન પરતું માટી-દ્રવ્ય નાનામોટા ટુકડાઓ, વગેરે, સાથે ધસડી જાય છે. તેવી જ રીતે બરફમાં પડેલા ચીરા મારફત પણ કેટલુંક દ્રવ્ય અંદર દાખલ થાય છે અને તે પણ હિમપ્રવાહ સાથે જ ધસડાવું રહે છે. નદીના પાણીમાં ધસડાયેલા અને હિમપ્રવાહની નીચે ધસડાયેલા પથ્થરો વચ્ચે એ તફાવત હોય છે કે પહેલાં તો પથ્થરો પાણીના ધર્પણથી ગોળ અને લીસા બની જાય છે; ત્યારે બરફ હેઠળ ધસડાતા પથ્થરો બરફનાં ગાંઠાં અને ધણાં જ મોટાં પડના ઉપરના અતિશય દબાણને લઈને લીસાં બને છે. પણ સાથેસાથે એની ઉપર એક જ દિશામાં જતાં જોડાં રેખાઓ અને ચીલાઓ પણ પડે છે. હિમપ્રવાહ પોતાના પ્રવાહમાં ખેંચાઈ આવતાં નાનામોટાં સપાળાં દ્રવ્યોને ત્યાં એ ઉભામાન વધવાના કારણે ઓગળવા મડિ છે ત્યાં છાડી દે છે અને એમાંનું ધણું દ્રવ્ય તો તે જગ્યાએ લાંબા કાળ સુધી

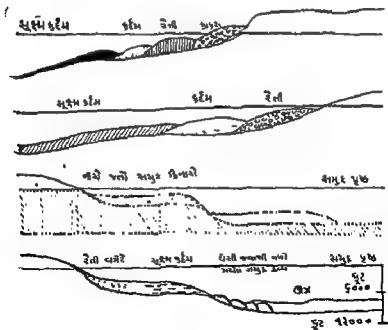
જળવાઈ રહે છે અને પાછળથી હિમપ્રવાહની હદ ખતાવવામાં ઘણું અગત્યનું ચિહ્ન થઈ પડે છે. એ જળવાઈ રહેલા દ્રવ્યને અતિમ હિમમલ તરીકે ઓળખાઈ શકે. વળી, આખો હિમપ્રવાહ કઈ દિશાથી કઈ દિશા તરફ વહેતો રહ્યો હશે એનું પણ સચ્ચન હિમમલને ખરાબર તપાસતાં મળી આવે છે.

હિમાલયના શિખર ઉપરથી ઉતરતા આજના હિમપ્રવાહો અતિમ હિમમલનાં ચિહ્નો આપણને સમુદ્રપૃષ્ઠથી વધારેમાં વધારે ૮૦૦૦ ફૂટની ઊંચાઈએ મળે છે. પરંતુ એક વખતે ૫૦૦૦ ફૂટ જેટલી ઊંચાઈ સુધી પણ હિમપ્રવાહ નીચે ઉતર્યા હોવાનાં પ્રમાણો મળ્યાં છે. પૃથ્વીની ટેકરીઓમાં મળતાં પાણી તથા હિમ એમ બન્નેના ભેગા કાર્યથી જમા થયેલા મલ પ્લીસ્ટોસીનયુગના હિમકાલની સાક્ષી પૂરે છે.

સમુદ્રજલનું કાર્ય : સમુદ્રનાં પાણી કેટલેક અંશે પણ જમીનના નાશનું કારણ બને છે. આ તો સૌ સમગ્રી શકે એવી વાત છે. સમુદ્રકિનારે જિહ્વા રહી જો એ ઉછળતાં, કિનારાને અથડાતાં મોઝાં તો સર્વેએ જોયાં હશે. એ ઉછળતાં મોઝાં કિનારાની જમીનમાં પુષ્કળ ભાંગફોડ કરે છે અને વળી કિનારા પરના કાંકરા, પથરા, વગેરે પણ એ ભાંગફોડ કરવામાં પુષ્કળ મદદ કરે છે. એનું અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે દરેક સામાન્ય મોઝાં એક ચોરસ ફૂટ પર લગભગ ૬ ટન જેટલું દબાણ લાવે છે. જ્યારે તોફાનવખતે દરેક ચોરસ ફૂટ પર ત્રણ ટનનું દબાણ આવે છે. કિનારાની જમીનની ક્ષાટોમાં અને ચીરાઓમાં જે હવા રહેલી હોય છે તે મોઝાના દરેક અથડાવા સાથે પુષ્કળ દબાણ છે અને એને લઈને ખારીક કણો છૂટા પડી જતાં જમીનનો વિસ્તાર થાય છે. વળી એ મોઝાં કાંકરા તેમજ પથરાને પણ સાથે ધસડે છે ત્યારે તો તે જમીનને ધણા જ વધારે પ્રમાણમાં નુકસાન પહોંચાડે છે. સમુદ્રજલનું આ કાર્ય કિનારા-

ની બેખડ પર બાંતીનાં પાણી પહોંચી શકે તેટલા પ્રદેશમાં જ થાય છે. આવી રીતે બેખડમાંથી તૂટેલું સંધણું માટીદ્રવ્ય કિનારા પરના કાંકરા અને પથરાને જંત્ર આપે છે.

સમુદ્રજલથી થતો વિનાશ વિશેષ, વાયુ, વરસાદ, નદીનાળાના પાણી અને દ્વિમંત્રવાદથી થતા વિનાશની સરખામણીમાં કાંઈ નહિ જોવા જ ગણી શકાય; છતાં સમુદ્રનું મુખ્ય કાર્ય તો નદીઓમાં ધસારા આવતાં તેમ જ પોતાનાં માટીદ્રવ્યનો તળીઆમાં સંગ્રહ કરવાનું છે. એ સંગ્રહ કેટલો બધો નિયમિત રીતે થતો રહ્યો છે એ આકૃતિ ૯ અ અને ૯ બ જોતાં સ્પષ્ટ થશે. નાનામોટા ગોળ આકૃતિ ૯ અ



આકૃતિ ૯ બ

અને અણિયાળા પથરા લગભગ કિનારા પર જ એકઠા થાય છે; ત્યારે એનાથી વધારે નાના અને હળવા ઝીણા કાંકરા કિનારાથી દૂર સમુદ્રની અંદર જમા થાય છે. માટીનાં ધણાં જ પારીક રજકણોને સમુદ્રની અંદર કિનારાથી લગભગ ૩૦૦ માઇલના અંતર સુધી પથરાવાનો સંભવ છે, અને એનાથી ધણા ઊંડાણમાં રતાશવાળા અથવા પદ્મમીજેવા રંગની અતિશય પારીક માટીનાં થર જણાયાં છે. એનો ઉદ્ભવ સમુદ્રની અંદર ફાટતા જ્વાલામુખી અથવા તો જ્વાલામુખીના કારણે ખનેલા બેટ પરથી ઊડતી લાવાની માટીમાંથી થયો હશે એમ માનવામાં આવે છે. આ ઉપરાંત સમુદ્રના ધણા ઊંડા ભાગોમાં સામુદ્રિક જીવોના અવશેષો પરવાળાં, વગેરે, જેવાનાં થર પણ મળે છે.



પ્રકરણ ૬

પ્રાણીકુલના અને વનસ્પતિકુલના અવશેષોની શોધ
અને ઉપયોગિતા

અવશેષોની સમગ્ર અને ઉપયોગિતા : એક વખત એમ મનાવું હતું કે જમીનમાંથી ખોદી કાઢેલી દરેક વસ્તુ, સજીવ વા નિજીવ કોઈ પણ વસ્તુ જૂના અવશેષ તરીકે જ ઓળખાવી જોઈએ અને તે પ્રમાણે જમીનમાંથી મળતાં ખનિજો પણ અવશેષ તરીકે ઓળખાતાં હતાં. પરંતુ હવે તો સજીવ વસ્તુઓને (પ્રાણી અને વનસ્પતિને) ઉદ્દેશીને જ એ શબ્દનો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે. કોઈ પણ વનસ્પતિ કે પ્રાણીના અવશેષ પૃથ્વીના પાણી કવચનાં જુદાંજુદાં ખડકોમાં કુદરતી રીતે દટાયેલા જડે છે. તેને જ જીવાવશેષ કહેવામાં આવે છે. કોઈ પણ જીવના અવશેષ, એ જીવ ચૂર્ણપાયાણ વગેરેમાં

જળવાય રહેલી આકૃતિ કે કોઈ પણ બીજા એવા જીવનાં ચિહ્નો આ સમગ્રાં જીવાવશેષને નામે જ ઓળખાય છે. દ્વંકાણુમાં કોઈ પણ જીવનાં અવશેષની આકૃતિ અથવા શરીરરચના વગેરેનાં ચોક્કસ પશુ અંશે કે ચિહ્નોને જીવાવશેષ તરીકે જ ઓળખીશું.

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચની સ્તરરચનાના ક્રમને ઉકેલવા માટે અને જીવાણુના યુગના સમયની આશ્રિતતા અને પ્રાણીકુલના તથા વનસ્પતિ-કુલના જીવો—જે બધા હાલના કરતાં તદ્દન જીવા જ હતા એ બધું જાણવા જીવાવશેષો ભૂવૈજ્ઞાનિકોને ઘણા જ ઉપયોગી જણાયા છે. વળી જીવાણુના દેશોની સ્તરરચના સમજવામાં અને તેમની સરખામણી કરવામાં પણ જીવાવશેષોની જ જરૂર પડે છે. એ રીતે પૃથ્વીના ભૂતકાળનો ગૂઢ ઇતિહાસ ઉકેલવા સારું તેને યુગનાં ખડકોમાંથી જીવાવશેષો શોધવાની આપણને ખાસ જરૂર પડે છે.

પ્રાણીકુલના અને વનસ્પતિકુલના અવશેષોની જાળવણીઃ
હરેક પ્રાણીકુલના અથવા વનસ્પતિકુલના અવશેષો નિયમસર જળવાવા જ જોઈએ એવો કોઈ નિયમ નથી; પરંતુ મુખ્યત્વે કરીને જે વસ્તુઓ માટી નીચે સંજોગવશાત્ જલદી દબાઈ જઈને નષ્ટ થતી બચી જાય છે તેના જ અવશેષો સચવાઈ રહેવાનો સંભવ રહે છે, અને તે જ કારણથી જમીન પગના વનસ્પતિપ્રાણીકુલ જીવો કરતાં સમુદ્રના જીવોના અવશેષો વધારે સારી રીતે જળવાઈ રહે છે; કારણ કે સમુદ્રના તળમાં આપણે ઉપર જોયું એમ ચાલુ માટી, વગેરેનો સંગ્રહ થતો રહે છે. વળી, આજે છે તેમ પૃથ્વીના ભૂતકાળમાં પણ સમુદ્રનો વિસ્તાર જમીનના વિસ્તાર કરતાં વધારે બહોળો હશે એમ માનવામાં આવે છે અને તેથી જ જમીનના પ્રાણીવનસ્પતિ-કુલના અવશેષો કરતાં સમુદ્રના જીવાવશેષો વધારે પ્રમાણમાં આપણને જળવાયેલા મળી પડી આવે છે.

કોઈ પણ જીવોના કંઈ અવશેષો એનાં નરમ અવશેષો કરતાં

વધારે સારા પ્રમાણમાં જળવાઈ ગે છે એ પણ સમજાય એવી વાત છે. જોકે અપવાદરૂપે તો આપણને બંને જાતના અવશેષ મળી શકે છે. કોઈ વખતે પ્રાણી અથવા વનસ્પતિનાં આખાં શરીર અવશેષ તરીકે જળવાઈ રહે છે અથવા તો આખા શરીરનો સદંતર નાશ થઈ ગયો હોવા છતાં જ ખનિજમાં એ જીવ પડી રહ્યો હોય તેમાં તેની આકૃતિ રહી જાય છે.

આપણે ઉપર જોઈ ગયા એમ કોઈ પણ જીવ માટીદ્રવ્ય નીચે દબાઈ જતાં એના અવશેષો જળવાઈ રહે છે. સામાન્ય રીતે જમીન ઉપર મોટાં તળાવોનાં તળિયાંમાં માટીદ્રવ્યનો ચાકુ સંચય થતો હોવાથી સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો ત્યાં સારી રીતે જળવાઈ રહે છે. વળી પાણીવાળી કે ભેજવાળી જમીનમાં જ્યાં પુષ્કળ ઘીંચ ઝાડોનો જમાવ થયો હોય છે તેમાં પણ પ્રાણીઓનું અચાનક મરણ થતાં તેના અવશેષો રહી જાય છે. નદીમાં ધસડાઈ આવતા કાંપથી બનેલા નદીમુખ આગળના ત્રિકોણાકાર પ્રદેશમાં-એટલે મહાદ્વીપમાં-પણ સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો જળવાઈ રહેવાના સંભવ છે. કેટલીક ગુફાઓમાં ચૂનાવાળા પાણીથી બંધાતાં જિંધાં રતંભાકાર ખડકો પણ કેટલાક જીવાવશેષોનું રક્ષણ કરે છે.

જમીન કરતાં સમુદ્રનાં તળિયાંમાં જીવાવશેષોને જળવાવાનો વધારે સંભવ છે અને તેમાં પણ મુખ્યત્વે કરીને સમુદ્રના કિનારે વસતાં મજબૂત શરીરવાળાં પ્રાણીઓનું રક્ષણ કિનારા આગળ જ સારી રીતે થાય છે.

જીવાવશેષ પરથી મળતી ભૂતકાળની ભૂગોળને આપો-હવા વિષેની માહિતી: જ્યાંજ્યાં આપણને સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો મળે છે ત્યાંત્યાં તે યુગસમયે સ્થળપ્રદેશ જ વિસ્તરેલો હોવો જોઈએ એમ માની શકીએ. વળી, જો એ અવશેષો સામુદ્રિક જીવોના અવશેષો સાથે ભળેલા મળે છે તો આપણે એવું અનુમાન કરી શકીએ

કે જે પાપાણેમાં એ મળે છે તે પાપાણેનો ઉદ્ભવ સમુદ્ભવના સમગ્ર સ્થળપ્રદેશની પાણી નજીકમાં થયો હશે. વળી કોઈ વખત ખડકનાં યંત્રોમાં ખડકનાં થક જેમ મૂળિયાં સાથે જોવાં હશે તે ને તે જ અવસ્થામાં આજે પણ જોવામાં આવે છે. આથી જણાય છે કે તે કાળે એ પ્રદેશ ધીવ જંગલવાળો હતો. વળી, એને જ મળતાં બીજા, કૂત, કૂળ, પંદડાં, વગેરેના અવશેષો તે યુગના સ્થળપ્રદેશનાં સૂચનો થઈ પડે છે. જૂના કાળનાં તળાવોનાં તળ બાંધનારાં ખડકોમાં જંગલવાળેલા અવશેષો પણ તે કાળના સ્થળપ્રદેશની સાક્ષી પૂરે છે.

જેમ સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો સ્થળપ્રદેશની સાક્ષી પૂરે છે તે જ પ્રમાણે સમુદ્રજીવવશેષો પણ સમુદ્રપ્રદેશનાં પ્રમાણ રજૂ કરે છે. પાણીથી ધોવાઈને ધસાયેલાં છીપશખલા સાથે મળી આવતાં જાળ, લીસી રેતી તથા કાંકરા સમુદ્રકિનારાની દર દર્યાવે છે; જ્યારે ઘણા બારીક માટીદ્રવ્યમાં મળી આવતાં છીપશખલા સમુદ્રના ઊંડાણમાં પાણી ઠોંધ કાળે ત્યાં હશે એમ સૂચવે છે. ઘણાં જ ઊંડાં, સ્વચ્છ, કાંઈ પણ બહારના કાંપના બેગ વિનાનાં સમુદ્રનાં પાણીનાં ચિહ્ન ઘૂંસપાપાણનાં થરોમાં જોવાં છે.

આપણે પહેલાં જ પ્રકરણમાં જોઈ ગયા છીએ કે વર્તમાન એ ભૂતકાળનો સંદેશવાહક છે. એ કથનનું તથ્ય ભૂસ્તરરચના સમગ્રવામાં કેટલું બધું ઉપયોગી છે એ ઉપર જણાવેલાં તેમ જ નીચે આપેલાં દૃષ્ટિા ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે. આજે આપણે જોઈએ છીએ કે વાવસિંહજીવાં પશુઓ ગરમ પ્રદેશમાં જ જીવી શકે છે; જ્યારે સાઇબેરીઆનાં રીંછજીવોને ઠંડા મૂલકની હવા જ અનુકૂળ આવે છે. વનસ્પતિઓનું પણ તેમ જ છે અને એ જ પરિસ્થિતિ પૃથ્વીના દૂરના ઊંડાંજોડા ભૂતકાળમાં પણ રહી હતી એમ માનીએ તો તેમાં જરા પણ બૂલભરેલું નથી. આ ઉપરથી સમગ્રી સકારો કે દરેક યુગનાં ખડકનાં થરોમાં મળતા પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો તેને સુમની આમોહવાનું પણ મથામં દર્શન કરાવે છે.

પૃથ્વીના ખાણ કવચનાં સ્તરોમાંથી મળી આવતા શ્વાવશેષોને તપાસતાં એક ખાતર આપણું ધ્યાન ખેંચે છે તે એ છે કે સૌથી છેલ્લાં, નવાં ખાણેલાં યરોમાંથી મળતા શ્વાવશેષોને આજની પૃથ્વી ઉપર શ્વતાં વનસ્પતિપ્રાણીકુલોની સાથે સરખાવતાં અતિથય સામ્ય દેખાય છે. પણ જેમજેમ આપણે જૂનાં યરોના શ્વાવશેષો તપાસીશું તેમતેમ જૂણાં કે આજે પૃથ્વીપૃષ્ઠ પર શ્વી રહેલાં પ્રાણીવનસ્પતિ-કુલ એ શ્વાવશેષો સાથે ધીમેધીમે ઓછું ને ઓછું સામ્ય ખતાવે છે અને એ શ્વોની જાત પણ ઓછી થતી જાય છે. ધણા જૂના કાળમાં તો તેઓતું અસ્તિત્વ પણ જણાતું નથી. વળી, એ પણ માલૂમ પડ્યું છે કે અમુક વર્ગના પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો અમુક જ યુગનાં યરોમાં જણાયા છે; જ્યારે બીજા યુગોનાં યરોમાં એમનો વિનાશ થઈ ગયો છે અને એ વર્ગને સ્થાને કોઈ બીજા જ વર્ગ દેખાય છે.

ડાર્વિનનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ : દુનિયાના બધા જાગતા જલકૃત પાષાણોમાંથી મળતા શ્વાવશેષોનાં સૂક્ષ્મ અભ્યાસ અને તપાસ પછી એક બીજા એ વસ્તુ આપણું ધ્યાન ખેંચે છે કે વનસ્પતિકુલ ને પ્રાણીકુલ એ બંનેમાં શ્વોનો શ્વનવિકાસ એકધારો નિયમસર આજે આજે છે અને એ નિયમ દુનિયાના દરેક જાગતાં સ્તરોમાં જળવાયો છે. આફ્રિકા, યુરોપ, અમેરિકા અને એશિયા (ઑસ્ટ્રેલેશિયા)-માંનાં જૂનામાં જૂનાં યરમાં મળતા શ્વાવશેષોમાં સામ્ય દેખાય છે અને એ જ વસ્તુરિચાત દરેક યુગના શ્વાવશેષોને માટે પણ ખરી છે એમ સાબિત થયું છે. આ હકીકત આપણને પૃથ્વીના પડતી રચના સમજવા માટે ધણી જ ઉપયોગી થઈ પડે છે. મહાન પૈતાનિક ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદના નિયમને ધ્યાનમાં રાખીને શ્વાવશેષોને તપાસતાં સહેલાઈથી સમગ્રી ચક્રશે કે પૃથ્વીના જન્મકાળ પછી જે શ્વોએ બૂપ્પ ઉપર પહેલવહેલું અસ્તિત્વ ધારણ કર્યું હતું તે શ્વોના અવશેષો સૌથી જૂનાં ખડકોનાં યરમાં જ દેખાયા હોવા જોઈએ, અને તે રીતે

નેતાં આપણાં ભૂતરોની ગોઠવણીનો (જોકે તેમનું અધારણ જુદાં-જુદાં દ્રવ્યોમાંથી બન્યું છે) ક્રમ ધણી જ સહેલાઈથી સંભવે છે.

ભૌતિક અપદ્ધત અને અપાતરણને લીધે પૃથ્વીના જુદાજુદા ભાગમાં જુદાજુદા યુગનાં ખડકો આપણને જોવા મળે છે. એ ઘણે જાગે રેતીપાથણ, માટીપાથણ, ચૂણુપાથણ અને એવાં બીજાં જલદૂત ખડકો જ છે અને તેમાંનાં સૌથી જૂનાં સૌથી નીચે, તેની ઉપર નવાં, તેની ઉપર વધારે નવાં એમ પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે ગોઠવાયાં હોય છે. આવી ગોઠવણ જ એક આખા ભૂસ્તરક્રમ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે આપણને નવાં ખડકોનાં પડ જૂનાં ખડકોનાં પડ ઉપર ગોઠવાયેલાં મળે છે, પરંતુ પૃથ્વીના જે ભાગના પડમાં કાંઈક ભિન્ન-પાથણ થઈ હોય છે ત્યાં એ ક્રમ ઉલટાઈ જવાના સંભવ છે.

જીવાવશેષોના આધારે બાળ કવચના જુદાજુદા સ્તરવિભાગ પડવામાં આવ્યા છે. અમુક પડોની અંદર ફક્ત એક જ જાતના જીવાવશેષો વધારે પ્રમાણમાં દેખાય છે. એ બધાં પડોને અથવા સ્તરોને એક સ્તરખંડ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને તેને જીવાવશેષોના નામથી જ એ સ્તરખંડ નિર્દેશાય છે. દર્શાત તરીકે, જે કે બેથી વધારે એવા સ્તરખંડમાં એક જ પ્રકારના જીવાવશેષ મળે છે તેને સ્તર કહેવામાં આવે છે. જે અથવા બેથી વધારે સ્તરો એક સ્તરશ્રેણીને જન્મ આપે છે. ઘણી સ્તરશ્રેણી બેગી થતાં એક સ્તરસંઘાત પેદા થાય છે અને સ્તરસંઘાતના ઘણાં જાગો બેગા મળતાં એક સ્તર-વ્યૂહ બનેા થાય છે. ઉપર જણાવેલા ભૂસ્તરક્રમના પણ જુદાજુદા સ્તરવ્યૂહ કરવામાં આવ્યા છે.

પ્રાણીકુલજીવાવશેષોના બે વિભાગ પડવામાં આવ્યા છે: (૧) કરોડવાળાં, અને (૨) કરોડવિનાનાં પ્રાણીઓ. માછલી, જૂજસયર પ્રાણી, પેટ માલનારાં પ્રાણી, અને સસ્તન પ્રાણીઓને પહેલા વર્ગમાં મૂકી શકાય. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં માછલી-

એએ સમુદ્ર અને નદીઓનાં પ્રાણીમાં પહેલો જન્મ લીધો હતો. એ વખતે તો એક પણ જૂયર અસ્તિત્વમાં નહોતું. કેવોનિયનવ્યૂહમાં માછલીની ઉત્ક્રાન્તિ પછી જૂજલયરનો વિકાસ થયો. તે પછી પેટ ચાલતાં ડાઇનોસૉર જેવાં પ્રાણી પરિનિયનવ્યૂહમાં નજરે પડે છે અને જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં તે આપણે એનો વિનાશ પણ જોઈએ છીએ. જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં પક્ષીઓનો ઉદ્ભવ ડાઇનોસૉરમાંથી જ થયો હોય એમ જણાય છે. મેસોઝોઈકકાળમાં સરતન પ્રાણીઓ ઘણા જ થોડા પ્રમાણમાં અસ્તિત્વ ધરાવતાં હતાં. પરંતુ કેમ્બ્રીયોઈકકાળમાં એનો વિકાસ વધતાં પૃથ્વીના દરેક ભાગમાં પેટ ચાલતાં પ્રાણીઓની જગા સરતન પ્રાણીઓએ લીધી. આ જ વખતથી માંડીને થોડા, જીંટ, હાથી, વગેરે, પશુઓની આજપધતની ઉત્ક્રાન્તિની શરૂઆત થઈ હશે એમ માનવામાં આવે છે. મનુષ્યજાતિનું આગમન પૃથ્વી પર તો લગભગ કેમ્બ્રીયોઈકકાળના અંતમાં થયું હોવાનો સંભવ છે.

કરોડવિનાનાં પ્રાણી : દરેક વ્યૂહમાં કરોડવાળાં કરતાં કરોડવિનાનાં પ્રાણીઓના અવશેષો આપણને ઘણા જોવા મળે છે. એ બધા અવશેષોને જીદાજીદા નવ વર્ગમાં મૂકી દેવામાં આવ્યા છે. આપણે હવે દૂંઠામાં એ નવ વર્ગોને સૌથી છેક આરંભની અનુક્રાન્ત દશાથી માંડીને ઘણી જ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલાં પ્રાણીઓની શરીરરચના જોઈશું :

(૧) પ્રોટોઝોઆ : ઘણાં જ નાનાં પ્રાણી કોઈ પણ શરીરરચના ધારણ કર્યા વિના ફક્ત એક જ કોષનાં બનેલાં હોય છે. એના ઉપવર્ગમાં મણાતાં ફોરેમીનીફરાનાં હાડપંજર ચૂનાનાં બનેલાં હોય છે અને ગ્રીન પિંડનો આકાર ધારણ કરે છે જીઓ આકૃતિ ૧૦. પૃથ્વીનાં ઘણાં ચૂનાનાં ચરોમાં એના અવશેષો જોવામાં આવે છે.

(૨) સ્પોન્જિસ : પોરીફરાવર્ગનો આ ઉપવર્ગ છે. આની શરીર-રચનામાં પ્રોટોઝોઆ કરતાં એટલો જ ભેદ હોય છે કે એના શરીર-

મા એક કરતાં વધુ ફાંસ જોવામાં આવે છે. અંદરના સખ્ત ભાગો ચિત્રમાં જતાવવામાં આવ્યા છે તેવા હોય છે જીવો આકૃતિ ૧૧.



આકૃતિ ૧૧

આકૃતિ ૧૦

ગ્લોબિજરિના સ્પેન્ગિસના સખ્ત ભાગો

મોટે ભાગે એમાં ચૂનાનું જ તત્વ હોય છે ખાસ કરીને દ્વિરશિયસબૃહના ચૂર્ણપાયામાં એના અવશેષો જોવા મળે છે.

(૩) કેરલ (પરવાળા) : સીલેનટરાના વર્ગનો આ ઉપવર્ગ છે



એનું સરીર કોષીયજેવું રહે છે ને એને એક બાજુ મો અને બીજી બાજુએ સ્પેસ દોરા હોય છે જીવો આ ૧૨

આકૃતિ ૧૨ અ

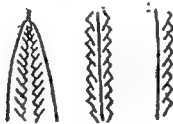
આકૃતિ ૧૨ બ

કેરલ (પરવાળા) વ્રણ જીવો જાતનાં અ. એકરે ટીસ; બ. લીધાસટ્ટાશન; ક. આજના સમુદ્રમાં મળતાં કેરલ (સીઅેનિમોન)



એ પણ પાંચીમાંથી ચૂનાના તરવને પોતાના શરીરની આંદર એંચે છે. યજ્ઞીતાં પરવાળાંનાં ખેડકાનું ખંધારણ પરવાળાંના મૃતદેહમાંથી જ બધાય છે. સિંધુરિયન, કાચોનિરસ અને જ્યુરાસિકબૂદ્ધોમાં પ્રવાસ પુષ્કળ મળે છે અને દરચિવરીકાળમાં સમસમ નહીં જેવા જ જણાય છે.

(૪ અ) ગ્રેષ્ટોસાષ્ટ : આ પણ સીલેનટરાના વર્ગનો જ એક ભાગ છે. ધણા જ ગ્રીણા છવો, ચાંડુ આકારના, જુદાજુદા પાસા જેવા કાંટાવાળા દ્રવ્યના બનેલા જણાય છે. જુદીજુદી જાતના ગ્રેષ્ટોસાષ્ટમાં જુદીજુદી જાતની ગોઠવણી માન્ય પડે છે એમ આકૃતિ ૧૩.



આકૃતિ ૧૩

અ

ક

ખ

આકૃતિ ૧૩ ગ્રેષ્ટોસાષ્ટ: અ. ડાઘડીઆગ્રેષ્ટસ;
ખ. ગોનોગ્રેષ્ટસ; ક. ડિપ્લોગ્રેષ્ટસ

નીચલા પેલીઓઝોઈકકાળમાં એનો ઉદ્ભવ થયો છે. એમ જણાય છે અને સિંધુરિયનબૂદ્ધમાં તો એનો વિનાશ પણ થઈ ગયો જણાય છે.

(૪) સીઅર્ચિન અને ફિનોઈડ : બન્ને એકીનોડરમાં નામના વર્ગના ઉપવર્ગો છે. સીઅર્ચિનનું હાડપંજર ગોળાકાર હોય છે અને તે પાંચ દિશામાં ગોઠવાયેલી જુદીજુદી ચૂનાના દ્રવ્યની ચપટી પતરીઓનું.

ખનેલું હોય છે જીઓ આકૃતિ ૧૪. ફેટલાંક સીઅરિ'નો કલ્પના આકારનાં પણ જણાયાં છે જીઓ આકૃતિ ૧૫. પેલીઓઝોઈકકાળમાં એ પુષ્કળ મળે છે.



આકૃતિ ૧૪, ૧૫

માઇક્રોસ્ટર-હૃદયાકારનું સીઅરિ'ન

(૫) બ્રેકિયોપોડા : ઉપર જણાવેલા કાંઈ પણ જીવમાં કવચ જણાતું નહોતું. બ્રેકિયોપોડામાં આપણને એ કવચ અથવા કાચલાં મળે છે અને તે કાંઈ અને જમણાં કાચલાં તરીકે ઓળખાય છે. નરમાદાની માફક ઝીણા દાંતથી એ જોડાયેલાં હોય છે. ખન્ને કવચે સમપ્રમાણ જણાય છે છતાં ખન્નેનાં માપ સરખાં નથી હોતાં. કવચ સમપ્રમાણ છે એટલે એને આપણી તરફ રાખીને જોતાં તે એની આર-પાર એક સીધી લીટી દેરવામાં આવતાં એ કવચ લીટીની ખન્ને પાળુ સરખા લાગમાં વિભક્ત થાય છે જીઓ આકૃતિ ૧૬. બ્રેકિયો-



આકૃતિ ૧૬

બ્રેકિયોપોડા—ટરીએટ્યુલા

પોડાના બે કવચમાંના મોટા કવચની ટાચ ઉપર ધીણી : પ્રખત એક ઇંછિદ્ર જોવામાં આવે છે. તેની અંદર રહેલો માંસનો ભાગ જીવને કવચ સાથે સહેલાઈથી વળગી રહેવામાં મદદ કરે છે. ભિન્નભિન્ન પ્રકારના ઔકિયોપોડાના કવચનાં માપ અને આકાર પણ ભિન્નભિન્ન હોય ■ અને તે મોટા ભાગે ચૂનાના દ્રવ્યનાં બનેલાં હોય છે. પેલીઓઝોપકકાલથી માંડીને આજ સુધીના દરેક વ્યૂહમાં તે મળે છે પણ કેપ્નોઝોપકકાલથી એનો ઉત્તેદ યતો રહ્યો છે.

(૬) લેમેલીઔકિયા : મોલ્યુસ્કા નામના વર્ગનો એ ઉપવર્ગ છે અને ઔકિયોપોડાની માફક એને પણ બે કવચ હોય છે અને નર-માદાની માફક ઝીણીઝીણી દંતુડિયાથી એ જોડાયેલાં હોય છે. ઔકિયો-પોડા અને લેમેલીઔક વચ્ચે ખાસ તફાવત એ માલૂમ પડ્યો છે કે લેમેલીઔકનાં કવચ ઔકિયોપોડાની માફક સમપ્રમાણ નથી જુઓ આકૃતિ ૧૭, છતાં બંને કવચનાં માપ સરખાં છે જુઓ આકૃતિ ૧૮, અર્વાચીન કાળમાં પણ લેમેલીઔક આપણને સમુદ્રના પાણીમાં



આકૃતિ ૧૭, ૧૮

લેમેલીઔકિયા-ટાઇગોનિયા

અય્ય મીઠા પાણીમાં મળી શકે છે. જો કે પેલીઓઝોપકકાલથી એ જીવોની યશ્આત થઇ હતી તો પણ કેપ્નોઝોપકકાલમાં જ તે મોટા પ્રમાણમાં મળી આવ્યાં છે.

(૬ અ) ગેસ્ટેરોપોડા : એ પણ મોલ્યુસ્કાનો જ ઉપવર્ગ છે : પરંતુ એનું બધારણ એક જ કવચમાંથી થયેલું છે, અને તે મોટા ભાગે

૨૬ કુ આકારના અને પેચજેવા વિંટનાનું જન્યું હોય છે જુઓ
આકૃતિ ૧૯. મુખ્યત્વે કરીને સમુદ્રજલમાં જ એનો નિવાસ છે.



આકૃતિ ૧૯

મૅરેરેપોડા

પંખીએ(મોઈકાસથી મોડીને જરૂરયાત થતો રહેતો(મોઈકાસમાં એનું
અંશજીવિત્વ થાય છે.

(૬ જી) નૅરિસસ : મોલ્યુસ્કોનો આલેપવર્ગ પંખી મૅરેરેપોડાની
માફક પેચના જેવા શંકુ આકારના કવચનો બનેલો છે, પણ પેચની
માફક લાંબી ન હોતાં ઘડિયાળની કમાનના જેવા ચેપટા હોય છે જુઓ
આકૃતિ ૨૦, હાલમાં જીવતું એ પ્રકારનું નૅરિસસ હજી પણ આપણને

આકૃતિ ૨૦ અ

બ

ક

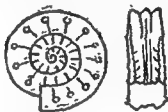


નૅરિસસનું કવચ અ. બાહ્યથી બેતાં, બ. સાંધેથી
બેતાં, અધુરું કાપ્યા પછી

જેવા મળે છે અને સીધાલોપોડના વર્ગનું એ જ પ્રતિનિધિરૂપ રહ્યું
છે. એના કવચના બાહરના ભાગમાં લગભગ ત્રીસ નાનાનાના ભાગ
નક્કર પડે છે અને હંક હેલ્લા ભાગમાં કવચ રહે છે. એ કવચના

૧) પાંચમાં દરેક જામને જોડતી એક નળા હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૦. નાટિલસ આપણને ખાસ કરીને જ્યુરાસિકવ્યૂદમાં જોવા મળે છે.

અંમેનાનાઈટ : એ પેશ સીફલોપોડનો ઉપવર્ગ છે અને નાટિલસની સાથે અતિશય સમાન દેખાડે છે. બન્નેમાં ફરક એટલો જ છે કે નાટિલસનું કવચ તેદને સંપાદ અને લીધું હોય છે; જ્યારે આંમોનાઇટનું કવચ જુદાજુદા આકારના પાડાટકરાઓ અને ગ્રીણી નાની ગોળાકાર ગ્રાન્યોઇટી મઢાયેલું હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૧. મેસોઝોઇકકાળના

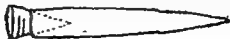


આકૃતિ ૨૧

આકૃતિ ૨૧ આંમોનાઇટ

એ ખાસ પ્રતિનિધિ છે અને વધારે પ્રમાણમાં જ્યુરાસિકવ્યૂદમાં જોડે છે. ક્રીટશિયસવ્યૂદમાં એનો વિનાશ જોવા મળે છે.

એલેમનાઇટ : સીફલોપોડાવર્ગનો જ આ ઉપવર્ગ છે. એનો આકાર ઉપર જોયેલાં નાટિલસ અને આંમોનાઇટ કરતાં તેદન જુદો જ લાગે છે. લગભગ તપ્પાકુના પાંદડાની જાડી લાંબી બીડી-સીંગાર-ના જેવો જ એનો આકાર છે અને રક્ષક તરીકે જોળખાતું બહારનું કવચ એના અંદરના ઉપભોગવાળા કવચનું રક્ષણ કરે છે જુઓ આકૃતિ ૨૨. ફક્ત મેસોઝોઇકકાળમાં એ દેખા દે છે અને ક્રીટશિયસ-

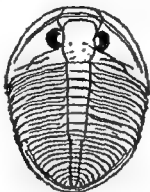


આકૃતિ ૨૨ એલેમનાઇટ

વ્યૂદમાં અસ્પષ્ટ થઈ જાય છે.

દ્રાષ્ટૌભાષ્ટઃ ; આયોરોપોઽ-કચરેચિવાનામના વર્ગના ઉપવર્ગનું આ પ્રાણી ધણી જ અનુક્રાન્ત દશામાં હોવાનું મનાય છે. હાલના કાચખાની માફક એનું પહારનું કવચ ધણું જ સખ્ત જણાયું છે. એનું ચપટું શરીર જુદાજુદા ભાગોનું બનેલું હોય છે અને ઉપગના માથાવાળા ભાગમાં બે આંખો દેખાય છે જુઓ આકૃતિ ૨૩.

અ/ખ.....



...માથાનો ભાગ

...છાતીનો ભાગ

...પૂંછડીનો ભાગ

આકૃતિ ૨૩

દ્રાષ્ટૌભાષ્ટઃ—ઓરુજિયા

પેલીઓઝોઇકકાલની શરૂઆતમાં જ એનો વિકાસ થયો હતો અને મેસોઝોઇકકાલમાં તો એ સફંતર નિર્વશ થયેલાં જણાય છે.

વનસ્પતિકુલ અવશેષો : જે પ્રમાણે આપણે ઉપર પ્રાણીકુલ અવશેષોની નોંધ લીધી તે જ પ્રમાણે હવે વનસ્પતિકુલ અવશેષોને તપાસીશું. વનસ્પતિકુલ અવશેષોની વહેંચણી બે ભાગમાં કરવામાં આવી છે. (૧) ફૂલવિનાના અને (૨) ફૂલવાળા.

ફૂલવિનાના વનસ્પતિકુલમાં નીચેના ખાસ મળ્યાવી સ્થાન-આલગીઃ તદ્દન પ્રાર્થામિક કદાની વનસ્પતિ—જે સમુદ્રજલમાં અથવા ઓછા પાણીમાં ઊગે છે તે, કોઈકોઈ જાત ચૂનાના દ્રવ્યને પોતામાં બેંચી

પોતાની આસપાસ સખ્ત કવચ જેવું બનાવે છે. એ જ સખ્ત ભાત્રો આપણને અવશેષ તરીકે જોવા મળે છે.

ધૃતિવસિષ્ઠસ : ઘોડાની પૂંછડીના આકાર અને દેખાવની જુઓ. આકૃતિ ૨૪. આ વનસ્પતિનાં યડ સિલિકલ્લોનાં બનેલાં હોય છે અને.



આકૃતિ ૨૪
ધૃતિવસિષ્ઠસ

એ સખ્ત ભાત્રો અવશેષ તરીકે સારી રીતે જળવાઈ રહે છે. એની સાથે ધણું જ સામ્ય બતાવતી વનસ્પતિઓના અવશેષ ઓલડ રેડ સંડરટોન, ડાર્બોનિક્સ અને પર્મિયનબૂહોના ખડકનાં ઘરમાં મળે છે.

લાઇકોપોડ : લગભગ શેવાળજેવા નાના છોડ-વાઓ પાંદડાવાળી ડાળીઓ સાથે સંજોગવસાત મોટાં ગ્રાડ જેવા જીગી નીકળે છે. એની ડાળીઓના અવશેષો સારી રીતે જળવાઈ રહ્યા છે. ફૂલવાળી વનસ્પતિમાં નીચેના ગણાવી શકાય :



સાઇકાડ : આ નાના ઘાટના છોડવા નારીઓના ને મળતા દેખાય છે. એનાં પાંદડાં ધણું જ સખ્ત અને ચામડાજેવાં હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૫.

આકૃતિ ૨૫
સાઇકાડ

કેનિફર : એના-કઠણ પાદડાં અને પીઝ ધણી વખત અવશેષ
તરીકે જળવાયેલાં મળી આવે છે જુઓ આકૃતિ ૨૬. વળી કાંઈ



આકૃતિ ૨૬

આકૃતિ ૨૬, કેનિફર (વૅલશિયા)

વખત એના ઘડ પણ અવશેષ તરીકે મળે છે. પાણીમાં ઊભતી અને
પ્રાણીઓનાં ખોરાક બની રહેતી થોડીધણી લીલ નામની વનસ્પતિ-
ને બાદ કરતાં કાંઈ પણ વનસ્પતિ પેલીઓઝોઇકકાનની સદ્વિચિત્રતા
અસ્તિત્વ ધરાવતી ન હોતી. એ કાળે જમીન ઉપર તો વનસ્પતિનો
સર્વ રીતે અભાવ હતો. સ્થળપ્રદેશ ઉપર વનસ્પતિએ ઉવેનિયન
અને કાર્બોનિફરસમૂહમાં પહેલવહેલાં દેખાવ દીધો. ખાસ નોંધવાની
વાત એ છે કે લગભગ એ જ કાળે પહેલવહેલાં જૂથરોનો પણ
જન્મ થયો. કાર્બોનિફરસમૂહના જંગમોની - વનસ્પતિ આજનાં
જંગમોની વનસ્પતિ કરતાં તદ્દન જુદા જ પ્રકારની હતી અને આજે
તો એ લગભગ નિર્વંશ થઈ ગઈ છે અથવા તો ક્યાંક ધણી જ
અવિકસિત દશામાં ઊડવારૂં રહેલી છે. કૂવચાગી વનસ્પતિ લગભગ
મેસોઝોઇકકાલમાં આપણને મળે છે, જ્યારે પહેલાં પાંદડાંની લગભગ
અર્વાચીન કાળની વનસ્પતિ સાથે સામ્ય દેખાડતી વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ
અને વિકાસ ક્રિટેશિયસમૂહમાં થયેલો માન્ય પડે છે.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને ઉત્ક્રાન્તિ

પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચઃ બૃહસ્પતિ પર ચાલી રહેલા ફેરફારો મુખ્યત્વે કરીને સૂર્યની કાર્યસાધક શક્તિને આભારી છે. આપણી પૃથ્વીના મહાભાગ પથ્થુ ધણી જ ઉષ્ણ અને પ્રવાહી રૂપનાં કાર્યસાધક તત્ત્વોનો બનેલો જાય છે એ તો હવે તદ્દન જાણીતી વાત છે; જ્યારે પૃથ્વીનો બહારનો ભાગ—પૃથ્વીનો પોપડો—પૃથ્વીના ગર્ભમાં રહેલા પ્રવાહી અંશની સાથે સરખાવતાં ધણી જ નાના, પાતળા ને નક્કર પોપડાનું બન્યું છે ને એને આપણે બાહ્ય કવચ તરીકે ઓળખીએ છીએ. આ બાહ્ય કવચ સમુદ્રજલનો પણ સંયમ કરી રાખે છે.

પૃથ્વીના ગાઢ જિંડાણમાં શુશુ પડેલું છે એ જાણવા સારું કાળા માથાનો માનવી હજી સમર્થ થયો નથી. બહુબહુ તો ચાર, પાંચ માહત્તના જિંડાણમાં એ પ્રવેશ કરી શકે છે અને ત્યાંથી મળતી થોડીધણી માહિતીએ મેળવીને તેનો પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી બહાર નીકળતા મુખ સાથે સમન્વય સાધી પૃથ્વીના અંતર્ગર્ભમાં શુશુ પડેલું તેની સમજૂતી આપવા એ મથે છે. આ પ્રમાણે મળેલાં પ્રમાણોને આધારે પૃથ્વીના પેટાળમાંની જે કેટલીક વિગતો આપણને જાણવા મળે છે એ વિગતો નીચે પ્રમાણે છે :

પૃથ્વીના ગર્ભમાંની ગરમી : (૧) પૃથ્વીના કોષ્ટ પથ્થુ ભાગમાં જેમજેમ આપણે જિંડા ને જિંડા જતા જમણે છીએ તેમતેમ તેનું ઉષ્મામાન વધતું જાય છે. દરેક ૬૪ ફૂટના અંતરે ઉષ્મામાન ૧° ફેરનહાઇટ જેટલું વધે છે. આ રીતે જોતાં એમ માનવામાં આવે કે વધારે જિંડા જતાં ઉષ્મામાન એટલું બધું તો વધી જતું હોવું જોઈએ કે કોષ્ટ પથ્થુ વસ્તુ બૃહસ્પતિ પરના હવાના દબાણમાં તેથી ઓગળી જઈ શકે. આ બતાવે છે કે પૃથ્વીના જિંડાણમાં ધણી જ ઉષ્ણતા રહેલી

કેનિફર : એનાં-કંઠુ પાંદડાં અને ખીજ ધણી વખત અવરોધ તરીકે જળવાયેલાં મળી આવે છે બુઝો આકૃતિ ૨૬. વળી કોઈ

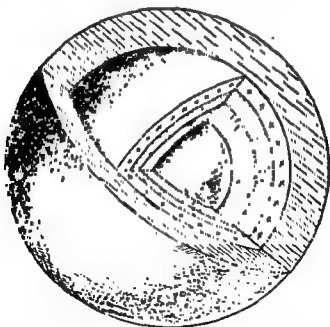


આકૃતિ ૨૬

આકૃતિ ૨૬, કેનિફર (વૅલશિયા)

વખત એનાં યડ પણ અવરોધ તરીકે મળે છે. પાણીમાં ઊગતી અને પ્રાણીઓનો ખોરાક બની રહેતી થોડીધણી લીલ નામની વનસ્પતિને બાદ કરતાં કોઈ પણ વનસ્પતિ પેળીઓઝોઇકકાલની શરૂઆતમાં અસ્તિત્વ ધરાવતી ન હોતી. એ કાળે જમીન ઉપર તો વનસ્પતિનો સર્વ રીતે અભાવ હતો. સ્થળપ્રદેશ ઉપર વનસ્પતિએ કેવોનિયન અને કાર્બોનિફરસબ્યૂદ્ધમાં પહેલવહેલાં દેખાવ દીધો. ખાસ નોંધવાની વાત એ છે કે લગભગ એ જ કાળે પહેલવહેલાં બુધ્ધરોનો પણ જન્મ થયો. કાર્બોનિફરસબ્યૂદ્ધનાં જન્મશેત્રી વનસ્પતિ આજનાં જન્મશેત્રી વનસ્પતિ કરતાં તદ્દન જુદા જ પ્રકારની હતી અને આજે તો એ લગભગ નિર્વંશ થઈ ગઈ છે અથવા તો ક્યાંક ધણી જ અવિકસિત દશામાં હોડવારપે રહેલી છે. દૂરવાળી વનસ્પતિ લગભગ મેસોઝોઇકકાલમાં આપણને મળે છે; જ્યારે પહોળાં પાંદડાંની લગભગ અર્વાચીન કાળની વનસ્પતિ સાથે સામ્ય દેખાડતી વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ અને વિકાસ ક્રિટેશિયસબ્યૂદ્ધમાં થયેલો માલૂમ પડે છે.

ધીમે ઠંડી પડતી પૃથ્વીનું પાણી કવચ વધારે અને વધારે ભારૂં થતું જાય છે; ત્યારે એની નીચેનું પડ વાયુરૂપમાંથી પ્રવાહી રૂપમાં ફેરવાતું જાય છે એમ માને છે. પાણી કવચની જડાઇનું માપ આગળના વખતમાં લગભગ ૨૫ માઇલનું અડસટવામાં આવતું હતું, પરંતુ હાલમાં બૂકુંપના આધારે થયેલાં સંશોધનથી એની જડાઇ લગભગ ૭૦૦ માઇલ જેટલી હોવાનું કહેવાય છે. હાલના વૈજ્ઞાનિકોના મતાનુસાર પૃથ્વીના ગર્ભની રચના નીચે પ્રમાણે હોવાનું મનાય છે: પાણી કવચ જુદાંજુદાં પડોનું બન્યું છે. તેની નીચે બહારના સિલિકેટનું પડ અને અંદરના સિલિકેટનું પડ આવ્યું છે. વળી તેની નીચે લોખંડના મિશ્રણવાળું સિલિકેટનું પડ છે જુઓ આકૃતિ ૨૭. ગર્ભના કેન્દ્રભાગમાં તો



આકૃતિ ૨૭ પૃથ્વીની ગર્ભરચના બતાવતું કાલ્પનિક ચિત્ર.

બૂ. મૂ. ૪.

નિકલ અને લોખંડુ' જ મિશ્રણ પ્રસરેલું છે. એમનું માનવું
એવું છે કે અંદરનું ઉષ્મામાન ધક્કું વધારે હોવા છતાં પણ અંદરનું
દ્રવ્ય લગભગ પન રૂપમાં જ રહ્યું છે; કારણ કે અંદર જતાં ઉપરનું
દબાણ એકદમ વધી જાય છે. કાર્થિક સંજોગોમાં જો આ દબાણનું
પ્રમાણ ઘણું ઘટી જાય તો અંદર રહેલું દ્રવ્ય પ્રવાહી રૂપ ધારણ
કરે છે. વળી, અંદરની ગરમી પણ ધીમેધીમે બહાર આવે ॥ અને
હવામાનમાં અદરશ થાય છે. આ રીતે જોતાં એ ॥ માન્યતા બધાઈ
હંતી કે આપણી પૃથ્વી ધીમેધીમે 'કંડી થતી' જાય છે, પરંતુ પૃથ્વીના
આંતર ગર્ભમાં રહેલા રેડિયમ નામના તત્ત્વની થયેલી શોષ' ઉપરથી
આ માન્યતા તૂટતી જાય છે; કારણ કે રેડિયમતત્ત્વમાંથી નવી
ગરમીનો ઉદ્ભવ થતો જણાયો છે અને તે પૃથ્વીનું ઉષ્મામાન
જનજવી રાખે એવો સંભવ છે.

સંભવિનિમયનો સિદ્ધાંત : આપણે આગમાં પ્રકરણોમાં
જોઈ ગયા કે સૂર્યની કાય'સાધક શક્તિને લીધે પૃથ્વીની સપાટી
ઉપર મહત્વના ફેરફારો થયા કરે છે. તે જ પ્રમાણે પૃથ્વીની
અંદર રહેલા કાય'સાધક તત્ત્વને લીધે પણ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં
ફેરફારો થાય છે. આને હવે આપણે તપાસીશું. આપણે જોઈ ગયા
છીએ તેમ બૂપૃષ્ઠ ઉપર વહેતાં પાણી અને એવા બીજા નૈસર્ગિક
બળોને લઈને બૂપૃષ્ઠ નીચું અને નીચું થતું જાય છે અને સમુદ્રનું
તળિયું આ બધાં ધસકાર્થ આવતાં દ્રવ્યોના સંચયથી ઊંચે અને
ઊંચે આવે છે અને જો આ વસ્તુસ્થિતિ ચાલુ રહે 'તો જમીન,
બૂપૃષ્ઠ ધસાધસાઈને લગભગ સમુદ્રપૃષ્ઠની નીચાઈએ પહોંચી જાય
અને સમુદ્રો એકદમ જાણરા બની જાય. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં આવું
તો કેટલી યે વખત બન્યું છે, પરંતુ 'પૃથ્વીના ગર્ભમાં ચાલી રહેલી
ક્રિયાઓને અંગે નીચી થયેલી જમીન પાછી ઊંચે ઊપસી આવે છે અને

ભૌતિક બળો વળી ફરીથી પોતાનું કાર્ય શરૂ કરે છે, સમુદ્રતટ ઉપર સવળું માટીદ્રવ્ય એકઠું થાય છે તે ઉપરના દળાણને લઈને ધીમે-ધીમે નીચે જતું રહે છે અને કેટલાયે માઈલ જોડાં જલકૃત ખડકોનો જન્મ આપે છે. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચની આ ઉપરનીયે યવાની ક્રિયા સમવિનિમયના નામથી જાણીતી છે. સમુદ્રમાં બધાં ખડકોનાં જોડાં ધરોમાંથી મોટા પર્વતો સમુદ્રતટના ઉપર આવવાથી જોવા યવાના સંભવો રહે છે. હિમાલયની ગિરિમાલા પણ આવા જલકૃત ખડકોનાં ધરોમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી છે. હિંદમાં પણ જમીન જતી-નીચી યવાના દાખલા મોજુદ છે. મુખ્યભેટમાં ત્રિ-સેસ ટાંક આગળના સમુદ્રકિનારે મળતાં એમ ને એમ જોમેલાં ઝાડોનાં થડ એ ભાગની-જમીન નીચે ગવાની સાંક્ષી પૂરે છે. કાઠિયાવાડના પશ્ચિમ કિનારા પર ધણી જિંચાઈએ મળતા સામુદ્રિક ઝવેની ને છીપેના અંવરેપોની મદદથી સમગ્રી સકાય છે કે એ ભાગની જમીન ધીમે-ધીમે જતી થતી જાય છે. કચ્છનો રણપ્રદેશ ઐતિહાસિક કાળમાં જોયોનીયો થયા કર્યો છે. એ તો બહુ જ જાણીતી વાત છે.

ભૂકંપ અને તેનાં કારણો : જે મુપ્થ ઉપર આપણે રહીએ છીએ એ જેટલું સ્થિર દેખાય છે તેટલું સ્થિર નથી. પરંતુ એમાં પણ ધણા જ ધીમા ભૂકંપો થયા જ કરે છે એ હવે ભૂકંપમાર્પન ચંત્રની મદદથી ધણી જ સહેલાઈથી જાણી શકાય છે. આ ધીમા ભૂકંપો કોઈક વખતે ધણા જ પ્રચંડ ભૂકંપમાં પણ પરિણમે છે અને માણસ, મકાન, વગેરેના નાશનું કારણ બને છે. ભૂકંપો શાને લઈને શક્ય બને છે એ હજી નક્કી જણાયું નથી. પરંતુ જે થોડાં ધણાં કારણો અત્યારસુધીમાં જ્યાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે : ધણા જ પ્રચંડ ભૂકંપો પૃથ્વીના ગર્ભમાં ચાલી રહેલા સંક્ષોબોને લીધે થયેલા છે એમ માનવામાં આવે છે. કોઈક વખતે જવાલા-મુખીમાંથી નીકળતા લાવારસ અને પાણી વરાળરૂપે અતિશય દ્વેરથી ઉપર આવવા મળતાં આબુગાબુની જમીનને હચમચાવી મૂકે છે,

તો કાઠ વખતે જમીનનો પોપડો તૂટી જતાં તે બાજની જમીન ઉપરતળે ઘસીને બૂકપત્તું કારણ બને છે. વાયુદબાણ અને ઉષ્મા-માનમાં થતા ફેરફારો પણ કેટલીક વખત ધીમા અવિકાસોનાં કારણરૂપ બને છે એમ માનવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૮

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં શુષ્ક ખનિજોતું દૂકું વર્ણન

બાહ્ય કવચમાં મળતાં શુષ્ક રાસાયણિક તત્ત્વો : પૃથ્વીનું જે બાહ્ય કવચ શુષ્કત્વે કરીને જલદૃઢ ખડકોતું બન્યું છે તે કવચમાં મળતાં ખનિજો અને ખડકો હવે આપણું ખાસ ધ્યાન ખેંચે છે. ખનિજ અને ખડકોને તપાસતા પહેલાં એમાં મળતાં રાસાયણિક તત્ત્વો કયાં કયાં છે અને કેટલા પ્રમાણમાં પ્રસારેલાં છે તે નીચેના કોઠા પરથી માલુમ પડશે. જોકે આજસુધીમાં લગભગ ૬૨ મૂળતત્ત્વો શોધાયાં છે, પરંતુ ખડકના નિર્માણમાં તે નીચેનાં ૧૭ (સત્તર) તત્ત્વો જ ખાસ ભાગ લેજવતાં જણાયાં છે:

તત્ત્વનું નામ	બાહ્ય કવચમાં એનું પ્રમાણ	તત્ત્વનું નામ	બાહ્ય કવચમાં એનું પ્રમાણ
ઑક્સિજન	૪૭.૨૯	ટાઇટેનિયમ	૦.૦૩
સિલિકોન	૨૭.૨૦	કાર્બન	૦.૨૦
એલ્યુમિનિયમ	૭.૮૧	હાઇડ્રોજન	૦.૨૧
લોખંડ	૫.૪૬	ફોસ્ફરસ	૦.૧૦

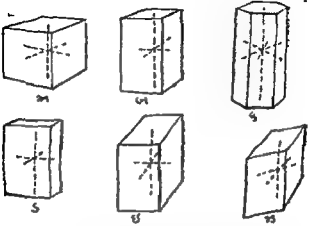
કેમિસ્ટ્રી	૩.૭૭	મંત્રેનીઝ	૦.૦૮
મેમેસ્ટ્રી	૨.૬૮	સલ્ફર	૦.૦૩
પોરેસ્ટ્રી	૨.૪૦	બેરિયમ	૦.૦૩
સોડિયમ	૨.૩૬	ફોસ્ફોર	૦.૦૨
		કાર્બોન	૦.૦૧

 ૧૦૦.૦૦

કેટલાંક તરવે તદ્દન સ્વતંત્ર, કેઈ પણ બીજા તરવે સાથે બેળાયા વિનાનાં મળે છે. પરંતુ આસ કરીને તો ઘણાં મોટા બામ ઓક્સિજન, સલ્ફર, કાર્બોન, વગેરે, સાથે જોડાઈને સંકીર્ણ રૂપ ધારણ કરે છે, અને એને આપણે ખનિજ રૂપમાં પછીથી જોઈએ છીએ. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં એવા ઘણી જાતનાં ખનિજો આપણને મળે છે. એમાંનાં ઘણાં આસ અગત્યનાં બધીં આપવામાં આવ્યાં છે. દરેક ખનિજને અકેકથી જુદું પાડવા માટે તે દરેક ખનિજનું નીચે દર્શાવેલા ભૌતિક ગુણોથી પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે. એના કરતાં પણ વધારે ઉપયોગી એનું સક્ષમદર્શકપત્રદ્વારા ઉપલબ્ધ થવું વર્જન છે, પણ તે સ્થળ સંકેતને લીધે અમે અહીં આપણું નહીં.

સ્ફટિકવર્ગ : દરેક ખનિજ સ્ફટિકદસામાં જ હોય છે અને નીચે જણાવેલા ૬ સ્ફટિકવર્ગમાંથી કોઈએક વર્ગમાં એનું બંધારણ થવું હોય છે: ક્યુબિક, ટેટ્રાગોનલ, હેક્ષાગોનલ, ઓરથોરોમ્બિક, મોનોક્લિનિક અને ટ્રાઇક્લિનિક. દરેક વર્ગનાં સ્ફટિકને એમના અક્ષના ધોરણ પર જુદાં પાડવામાં આવ્યાં છે. જે સ્ફટિકના ત્રણ અક્ષ કાટખૂણે પડ્યા હોય છે અને ત્રણે અસમમાન હોય છે તે ક્યુબિકવર્ગના

નામથી ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ અ. રેટ્રાગોનલવર્ગમાં



આકૃતિ ૨૮

જુદાજુદા સફટિકવર્ગ બતાવતી આકૃતિઓ : અ. ક્યુબિક, બ. રેટ્રાગોનલ, ક. હેક્સેગોનલ, ડ. ઓર્થોરોહોમ્બિક, ઇ. ટ્રાઇકલિનિક.

પણ ત્રણે અક્ષ કાટખૂણે જ પડ્યા હોય છે, પરંતુ ફક્ત બે જ અક્ષ સમમાન હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ બ. હેક્સેગોનલવર્ગમાં ચાર અક્ષ હોય છે જેમાંના ત્રણ સમાંતર 120° ના ધોળે રહે છે અને ચોથો અક્ષ બીજા ત્રણ અક્ષોના બનેલા ક્ષેત્રને કાટખૂણે હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ક. ઓર્થોરોહોમ્બિકવર્ગમાં ત્રણ અક્ષ કાટખૂણે હોય છે પણ ત્રણે અસમમાન હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ડ. માનોક્લિનિકવર્ગના ત્રણ અક્ષ અસમમાન છે. તેમાંના બે અક્ષ કાટખૂણે રહે છે અને ત્રીજો અક્ષ બેનારની તરફ નમતો રહે છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ઇ. ટ્રાઇકલિનિકવર્ગમાં ત્રણે અક્ષ અસમમાન હોય છે અને કોઈ પણ અક્ષ કાટખૂણે પડતો નથી જુઓ આકૃતિ ૨૮ જ.

રાસાયનિક સંઘટન : ઉપર જોયું તેમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં આપણને જુદાંજુદાં રાસાયનિક તત્ત્વો મળે છે. કેટલાક અપવાદ સિવાય સર્વ એકેકની સાથે બળીને સંકીર્ણ પદાર્થોને—ખનિજોને—જન્મ આપે છે. વળી, એ પણ માલુમ પડ્યું છે કે ખનિજ પૃથ્વીના ઘણાં પણ ભાગમાંથી મળ્યું હોય તો પણ દરેક ખનિજનાં રાસાયનિક તત્ત્વો અમુક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં જ મળે છે અને તેથી દરેક ખનિજનું રાસાયનિક પૃથક્કરણ કરવું એ ધણી જરૂરનું છે.

ખનિજની કઠિનતા : ક્વૉર્ટ્ઝ અને કૉંસ્સાઈટ નામનાં બે જુદાં-જુદાં ખનિજોને અપુના પાનાની ધારથી કાપવાનો પ્રયત્ન કરતાં માલુમ પડશે કે ક્વૉર્ટ્ઝ કરતાં કૉંસ્સાઈટ ધણી જ સહેલાઈથી કપાય છે કે ધસાય છે; જ્યારે ક્વૉર્ટ્ઝ પર તો બિલકુલ અસર થતી જણાતી નથી. આ ઉપરથી સમજાશે કે દરેક ખનિજની કઠિનતા પણ જુદી-જુદી છે અને તે કેટલેક અંશે ખનિજને પારખવામાં આપણને મદદરૂપ થઈ પડે છે. અપુના લોખંડના પાનાની કઠિનતા સગમગ ૬ જેટલી મૂકવામાં આવી છે તે ઉપરથી આપણે બીજા ખનિજોની કઠિનતા પણ જાણી શકાએ. આવી રીતે જુદાંજુદાં ખનિજોની કઠિનતા તપાસીને કઠિનતાનો એક ચક્રિતરનો ક્રમ નક્કી કરવામાં આવ્યો. ■ અને તેની મદદથી દરેક ખનિજની કઠિનતા માપી શકાય અને તે પ્રમાણે ખનિજની કઠિનતા ૧ અથવા ૨ અથવા ૫ એમ ગણી શકાય છ :

મોહનો ચક્રિતર દર્શાવેલ કઠિનતાનો ક્રમ :

૧ ટૉફ	૬ ફેલ્સ્પાર (ઑરથોક્લાસ
૨ જ્વસ્થ	૭ ક્વૉર્ટ્ઝ
૩ કૉંસ્સાઈટ	૮ ટોપાઝ
૪ ફ્લુરસ્પાર	૯ કાર્નડમ
૫ એપેટાઈટ	૧૦ ક્વૉર્ટ્ઝ (હીરો)

આ ક્રમમાં ટાંકની કઠિનતા સૌથી ઓછી અને હીરાની સૌથી વધારે છે. તેનો અર્થ એમ કે હીરાની કઠિનતા એટલી બધી વધારે છે કે તે તેના પહેલાં જથ્થાવેલા બધાં ખનિજોને કાપી શકે છે પણ એને કોઈ પણ દલકી પ્રતિનું ખનિજ કાપી કે ધસી શકતું નથી.

ખનિજની વિશિષ્ટ ધનતા : દરેક ખનિજની વિશિષ્ટ ધનતા પણ એની પરીક્ષા કરવામાં ઘણી જ ઉપયોગી થઈ પડે છે. થોડાંક મુખ્ય ખનિજોનું દ્રવ્યનું વર્ણન :

કર્બોન

રાસાયણિક સંધર્ભ : સિલિકૉન ડાયૉક્સાઇડ

સ્ફટિકવર્ગ : હેક્સેગોનલ

કઠિનતા : ૪

વિશિષ્ટ ધનતા : ૨.૬૫

કર્બોનને તોડીએ તો તેની બાબુઆ કમાનના આકારની દેખાય છે. આ એની ખાસ વિશિષ્ટતા છે. સામાન્ય રીતે બિલકુલ સફેદ, કર્બોન કોઈ પણ રંગ વિનાનો હોય છે. પરંતુ એમાં પણ એની જુદીજુદી જાતના જુદાજુદા રંગ એવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, ઍમ્થીસ્ટ જાતનો કર્બોન વાયોલેટ (કીરમજી) રંગનો હોય છે અને તેનો ઝવેરાત તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રોઝકર્બોન ગુલાબી રંગનો હોય છે, ન્યારે સ્પોર્ડી-કર્બોન તપખીરીયા રંગનો હોય છે. આ જુદાજુદા રંગો એની અંદર દાખલ થયેલા બહારના દ્રવ્યને લીધે દેખાય છે.

ઍગેટ પણ સિલિકાનું જ એક રૂપાંતર છે. એની અંદર જુદા-જુદાં વર્તુળાં હોવાને લીધે એને ધસીને સાફ કરવામાં આવે છે ત્યારે શોભારૂપે એનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

એલસીડોની, ફિલ્ટ, ચટ, વગેરે. પણ સિલિકાની જુદીજુદી જાતો છે.

કૅલ્શિયમ ખાસ કરીને એસિડ આગ્નેય ખડકોમાં જોવામાં આવે છે.

કૅલ્સાઇટ :

રાસાયણિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ

સ્ફટિકવર્ગ : રૂઠ્ઠાકાળ.

કઠિનતા : ૩

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૭

મોટે ભાગે કોઇ પણ રંગ વિનાનો સફેદ હોય છે. પરંતુ કોઇ વખત બદારની મલિનતા અંદર દાખલ થતાં જુદાજુદા રંગ ધારણ કરે છે. કોઇ વખત લોખંડના પાસને લઇને એ લાલ બને છે. કૅલ્સાઇટની ખાસ વિશિષ્ટતા એ છે કે તે પારદર્શક હોય છે અને એની અંદરથી જોયેલી વસ્તુ બે પ્રતિબિમ્બો બતાવે છે. એનું કારણ એમ જણાવવામાં આવ્યું છે કે એની અંદરથી પસાર થતું દરેક તેજકિરણ બીજી બાજુ બદાર નીકળતાં બેવડો વ્યાપાત અનુભવે છે અને આ ક્રિયા બેવડા અથવા દ્વિગુણ બિમ્બવ્યાપાત તરીકે જોવામાં આવે છે. ધણાખરા ખનિજો આ ગુણ ધરાવે છે.

ચૂણપાથણ ઘરોમાં અને પૅસ્ટ નામના આગ્નેય ખડકોમાં ઉપખનિજ તરીકે પુષ્કળ મળે છે.

ફોસ્ફોર (મીઠું) :

રાસાયણિક સંઘટન : સોડીઅમ કલોરાઇડ

સ્ફટિકવર્ગ : ક્યુબિક

કઠિનતા : ૨

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૨

લાલ રંગનાં ખડકોમાં એ ધણે ભાગે મળે છે અને એનો રંગ પણ લાલ અથવા પીળો હોય છે. નિર્બળ દશામાં બિલકુલ રંગ

વિનાયું સફેદ હોય છે. હવામનિ બેજ એ બહુ જલદીથી પોતાની અંદર ચૂસી લે છે અને તેથી એની જાગવણી બૂચવાળી શીશીઓમાં જ કરવામાં આવે છે.

અપ્સરમ :

રાસાયનિક સંઘટન : કૃત્રિમ સફેદ. એની અંદર પાણીનો ભાગ પણ રહે છે.

મૃદિકવર્મ : મોનોકિલનિક

કઠિનતા : ૨ (નખથી પણ ઘસી શકાય છે)

ત્રિચિદ્ર પનતા : ૨.૩

મોટે ભાગે અપ્સરમનાં સફેદ ઘરો ભેવામાં આવે છે. પરંતુ મોઢ વખત એ ગુલામી રંગ પણ ધારણ કરે છે. એલાબારટર એ અપ્સરમની જ એક જાત છે અને તે ઘણી વખત શણગારપે નકશીના પથ્થર તરીકે અને મૂર્તિઓ અને ખાવણાં બનાવવાના પથ્થર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. 'બ્લારટર આફ પેરિસ' બનાવવામાં પણ અપ્સરમનો જ ઉપયોગ થાય છે.

સિલિકેટ

ફેલ્સપાર : ફેલ્સપાર ખનિજ ખાસ કરીને આગ્નેય ખડકોમાં મળે છે તે એની બનાવટમાં એ ઘણો જ અમત્યનો ભાગ ભજવે છે. આગ્નેય ખડકોમાં ફેલ્સપારની ઘણી જાતો મળી આવે છે. તેમાંની મુખ્ય બે જાતનું-ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર અને પ્લેઝિયોક્લાસ ફેલ્સપારનું-વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છે :

ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર :

રાસાયનિક સંઘટન : પોટેશિયમ ઍલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ

રૂઢિકવર્ગ : મોને કિલનિક

કલિનતા : ૧

વિશિષ્ટ ધનતા : ૨.૫૭

આયોજકસભાનો ૨મો ધરો ભાગે અંખો મુલાગી હોય છે અને કોઈ વખત સફેદ પણ હોય છે. ઝેનીટ નામનાં આગ્નેય ખડકમાં એ ખાસ કરીને મળી આવે છે.

પ્સેન્ડોયોક્સાસ ફેલ્સપાર :

એમાં પણ ધણી જાતો જણાઈ છે.

રાસાયનિક સંઘટન : સોડિયમ, કેલ્શિયમ અને અલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ

રૂઢિકવર્ગ : દ્રાષકિલનિક

કલિનતા : ૬—૬.૫

વિશિષ્ટ ધનતા : ૨.૬૨—૨.૭૭

સફેદ અથવા તેા રાખોડીઓ ૨મો પ્સેન્ડોયોક્સાસમાં ધરો સાધારણ છે. ધણી આગ્નેય ખડકોની બાંધણીમાં એ ભળેલા હોય છે. દરેક ફેલ્સપાર ભૌતિક અપદ્શ્યને કારણે ખવાઈ જાય છે અને એક જાતની માટીને જન્મ આપે છે. એ માટી ચિનાઈ માટીના નામે ઓળખાય છે.

માર્શકા (અલ્ક)

આ ખનિજ મોટે ભાગે ઝેનીટ અને ખીજા આગ્નેય ખડકોમાં ઉપલબ્ધ છે. ભૌતિક અપદ્શ્યને કારણે ફેલ્સપાર માર્શકામાં રૂપાંતર પામે છે. (૧) મરકોબ્લાઇટ અથવા સફેદ માર્શકા અને (૨) પાયોટાઇટ અથવા કાળો માર્શકા એમ બે જાતની માર્શકા મળે છે.

(૧) મસ્કોવિટાઇટ :

રાસાયણિક સંઘટન : પોર્ટલેન્ડ, ઑલ્યુમિનિયમ, સિલિકેટ, પાથીના ભાગ સાથે

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૨-૨.૫

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૮

(૨) બાપોટાઇટ :

રાસાયણિક સંઘટન : મેગ્નેશિયમ, ઑલ્યુમિનિયમ, પોર્ટલેન્ડ અને આયર્ન સિલિકેટ, પાથીના ભાગ સાથે

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૨.૫-૩.૦

વિશિષ્ટ ઘનતા : લગભગ ૩

હૉન'બ્લેન્ડ :

રાસાયણિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ, આયર્ન અને બાઈરો તર્ત્રોનો સિલિકેટ. તર્ત્રોનું પ્રમાણ બદલાય છે.

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૫-૬

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૩ થી સહેજ વધારે.

મોટે ભાગે હૉન'બ્લેન્ડ ઘેરા લીલા અથવા કાળા રંગનો મળે છે. પણ આબેય અને વિદ્યુત ખડકોમાં એનો ઉદ્ભવ સંભવે છે.

ઓગાર્ટ :

રાસાયણિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ, આયર્ન અને ઑલ્યુમિનિયમના સિલિકેટ તર્ત્રોનું પ્રમાણ બદલાય છે.

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૫-૬

વિશિષ્ટ ધનતા: ૩ થી સહેજ વધારે.

ઓગાષ્ટ પશુ હોર્ન'બ્લેન્ડની માફક કાળા અથવા ઘેરા લીલા રંગનો હોય છે. ધણાં આંત્રેય ખડકોની બનાવટમાં એ મુખ્ય ભાગ છે.

ઓલીવીન:

રાસાયનિક સંઘટન: આયર્ન અને મેગ્નેશિયમનો સિલિકેટ

રફટિકવર્ગ: ઓર્થોરોમ્બિક

કઠિનતા: ૬-૭

વિશિષ્ટ ધનતા: ૩-૪

પીળા લીલા રંગનું આ ખનિજ મોટે ભાગે આંત્રેય ખડકોમાં (બેસાલ્ટમાં) મળે છે.

: ધાતુખનિજ

ગૅલિના:

રાસાયનિક સંઘટન: લેડ સલ્ફાઈડ

રફટિકવર્ગ: ક્યૂબિક

કઠિનતા: ૨.૫

વિશિષ્ટ ધનતા: લગભગ ૭.૫

લગભગ રાખોડીઆ કાળા રંગના આ ખનિજમયી શુદ્ધ સીસું ધણી સહેલાઈથી મેગ્નેટી ચક્રાય છે. બિનબિન જાતનાં ખડકોમાં ગૅલિના મળી આવે છે અને એની સાથે થોડી ચાંદી હમેશાં મળી આવે છે.

ઝિંક બ્લેન્ડ:

રાસાયનિક સંઘટન: ઝિંક સલ્ફાઈડ

રફટિકવર્ગ: ક્યૂબિક

કહિનતા: ૩,૫

વિશિષ્ટ ધનતા: લગભગ ૪

ચણા જુદાજુદા રંગના એ જડે છે પણ મુખ્યત્વે ઘેરો ખદામી
રંગ સાધારણ હોય છે.

-આયર્ન પાઈરાઈટ :

રાસાયણિક સંઘટન: આયર્ન સલ્ફાઈડ

રફટિકવર્ગ: ક્યુબિક

કહિનતા: ૬ થી સહેજ વધારે

વિશિષ્ટ ધનતા: લગભગ ૫

આયર્ન પાઈરાઈટનો રંગ સોનાજેવો સોનેરી પીળો છે અને
અંગ્રેજીમાં એને Fool's Gold કહે છે

-ઝિંકાઈટ :

રાસાયણિક સંઘટન: આયર્ન ઓક્સાઈડ

રફટિકવર્ગ: ક્યુબિક

કહિનતા: લગભગ ૬

વિશિષ્ટ ધનતા: લગભગ ૫

લોહચુબકના આકર્ષણશક્તિ એ તરત માલુમ પડી આવે છે.

પ્રકરણ ૯

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં ખડકો અને તેમની
સક્ષિપ્ત માહિતી

પૃથ્વીના વિચાળ જૂથક ઉપરનું અવલોકન કરતાં આપણને ખણ
-ખણ જ અવનતું જાણવાનું મળે. નિષ્ક્રિય અને નિષ્પ્રયોજન જથ્થાતા જાણે
એક જ જાતના પથ્થરોમાંથી માનવીએ પોતાના ઉપયોગ માટે કેટકેટલી
અને કેટકેટલી વસ્તુઓ શોધી છે ? સોનું, ચાંદી, લોખંડ, તાંબુ, હીરા,

કોલસા, અમક, ઍરબેસ્ટાસ' અને એવીએવી ફટલી બધી વસ્તુઓ નિરુપયોગી જેવા જણાતા એ પથ્થરમાંથી જ માનવી રોજરોજ મેળવે છે ? જોને આપણે દ્વેષે ખડક જ તરીકે ઓળખીશું એ પથ્થરોનાં 'ઉત્પત્તિ' અને સર્જન કેવાકેવા સંજોગોમાં થયાં તે દ્વેષે આપણે 'તપાસીશું'. સામાન્ય માણસને મન પથ્થર એટલે જમીનમાંથી મળતી એકદમ નક્કર, સખ્ત અને મોટા કદવાળી વસ્તુ. પરંતુ ભૂવિદ્યાની દ્રષ્ટિએ એ પથ્થર ખસકે ખડકની વ્યાખ્યા જુદી જ હોય છે. નરમ કે સખ્ત કે ભારે કે હળવી કે એવા કોઇ પણ ગુણના ઉદ્ભવ વિનાની ઓઢી કવચના બંધારણમાં આવતી દરેક વસ્તુ ખડકના નામથી જ ઓળખાય છે. જુદાંજુદાં જડ ખનિજનાં અમુક પ્રકારનાં મિશ્રણથી જુદાંજુદાં પ્રકારનાં ખડકોનો ઉદ્ભવ સંભવે છે. ધણી કંઠણ અને સખ્ત દેખાતા ગ્રેનીટ, રસેટ અને રેતીપાયાણ તેમ જ ધણી જ નરમ અને ઢીલી જણાતી મટાડી, રેતી, વગેરે, સર્વે વિદ્યાનની પરિભાષામાં ખડક : નામથી જ ઓળખાય છે.

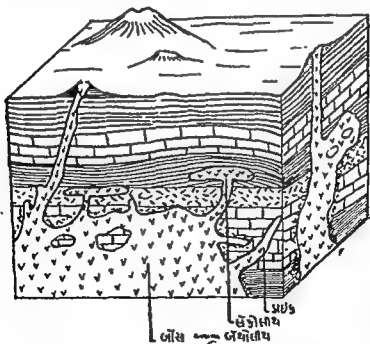
પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં ખડકોના નીચે પ્રમાણે ત્રણ વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે : (૧) આગ્નેય ખડકો, (૨) જલકૃત ખડકો અને (૩) વિકૃત ખડકો. આગ્નેય ખડકોનો જન્મ પૃથ્વીના પેટાળમાં રહેલા પ્રવાહી લાવારસમાંથી થાય છે. પ્રવાહી લાવા કોઇક કારણોને લઇને ધણી જ ઊંડાણથી ઉપર આવતાં ઉપરનાં પડોને કાપીને અથવા તો બહાર આવીને ઠંડો પડે છે અથવા તો ભૂગર્ભમાં જ થોડા ઊંડાણમાં ઠંડો થાય છે. જલકૃત ખડકોનું બંધારણ સમુદ્રતળ પર નદીનાળાંનાં વહેણમાં ધસડાઇ આવતા કચરાથી-કાંપથી-થાય છે; જ્યારે વિકૃત ખડકો આગ્નેય અને જલકૃત ખડકોનું કાળક્રમે રૂપાંતર થતાં પોતાનું સ્વરૂપ બદલે છે.

આગ્નેય ખડકોની ઉત્પત્તિ : આપણે ઉપર જોઇ ગયા તેમ પૃથ્વીના પેટાળમાં પુષ્કળ પ્રવાહી લાવાદ્રવ્ય પડ્યું છે અને એને માર્ગ મળતાં સંજોગવશાત્ એ જ્વાળામુખીદ્વારા બહાર પણ આવે છે એ પણ આપણે જાણ્યું. જ્યાંસુધી ઉપરનું દબાણ એકધારું એમ ને

એમ રહે છે ત્યાંસુધી તો લાવા પૃથ્વીના ઊંડા પેટાણમાં પડ્યો રહે છે. પરંતુ બૂકંપ અથવા તો એવા જ કોઈ ખીખ સંજોગોને વશ થઈને ખાણ કવચમાં ચીરા પડતાં તે ખાણનું દબાણ ઓછું થઈ જાય છે અને જે પ્રવાહી લાવા ત્યારસુધી ઉપરના દબાણને લઈને દબાઈ રહ્યો હોય તે એકદમ ભેરથી ઉપર આવવા મથે છે અને પેલા ચીરાનંત પૂરી દે છે. જો એ ચીરા બૂપૃષ્ઠ સુધી ઉપર પહોંચ્યો હોય છે તો ત્યાં જવાસામુખીનો જન્મ થાય છે અને બધી લાવા આણું આણું ફેલાઈ જઈને ખાણ આગ્નેય ખડકોને જન્મ આપે છે. પરંતુ પૃથ્વીના ખાણ કવચમાં પડેલા ચીરા જો બૂપૃષ્ઠ સુધી નથી પહોંચતા તોતો લાવા એ ચીરાઓમાં અથવા તો આસપાસની નખળી જગાઓમાં ભરાઈ જઈને ત્યાં જ ઠંડો પડી જાય છે અને આંતર આગ્નેય ખડકોનું રૂપ ધારણ કરે છે. આગ્નેય ખડકોના આ પ્રમાણે બે મુખ્ય વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે (૧) ખાણ આગ્નેય ખડકો (૨) આંતર આગ્નેય ખડકો. આ બેની વચ્ચે એક ત્રીજો વિભાગ પણ કરવામાં આવ્યો છે અને એના કેટલાક ગુણો ખાણ અને આંતર આગ્નેય બંને સાથે થોડું થોડું સામ્ય જતાં છે અને એ (૩) મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકોના નામથી ઓળખાય છે. બીજી વસ્તુસ્થિતિ એનાં સમગ્રો કે ખાણ, આંતર અને મધ્યસ્થ એ ત્રણે જાતનાં ખડકોની ઉત્પત્તિ એક લાવામાંથી જ થઈ હોય છે અને તેથી તેમનાં રાસાયણિક ગુણો અને તત્ત્વો તો લગભગ એકસરખાં જ હોય છે. પરંતુ એના જે વિશ્લેષ કરવામાં આવ્યા છે તે ખાણ કવચમાં એનું શું અને કયાં સ્થાન છે તેને લઈને તે એના ખીખ ભૌતિક ગુણોમાં પડતા ફેરફારને લીધે છે લાખવાતગીક, લાવા ખાણ કવચમાં ધણી ઊંડાણમાં ઠંડો થાય છે, તેના દરેક ખનિજનું કદ મોટું બધાય છે અને લગભગ બધું જ દ્રવ્ય સ્ફટિકનું રૂપ ધારણ કરે છે; જ્યારે એ જ લાવા મૂપૃષ્ઠ ઉપર ધસી આવતાં એનું ધણું દ્રવ્ય સ્ફટિકાકાર ધારણ કર્યા વિનાનું પિચકુચ કાચ જેવી દશામાં અસ્ફટિકરૂપે રહે છે. થોડાંધણાં ખનિજ બધાય છે તેનું

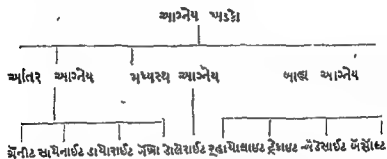
૬૬ અતિશય નાનું હોય છે-એટલું તો નાનું કે તેને આપણે નરી આંખે જોઈ પણ શકીએ નહિ. આવી રીતે આંતર આગ્નેય, મધ્યસ્થ આગ્નેય અને બાહ્ય આગ્નેય ખડકોની એક જ સારામાંથી ઉત્પત્તિ થયેલી છે કે કેમ તે સમજાવી શકાય. મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકો બાહ્ય કવચમાં ધંજા ઊંડાણમાં પણ નહિ, તેમ જ ભૂપૃષ્ઠ પર પણ નહિ, એવી રીતે બનતેની મધ્ય સ્થિતિએ અંદર મોટાનાના ચીરાઓમાં ઠંડા પડે છે.

આંતર આગ્નેય ખડકોનો સારા જ્યારે ધંજા જ વેગથી ઉપર આવે છે ત્યારે જો ખડકને એ કાપે છે તેને પોતાના બળથી કોઈક વખતે અર્ધ જોળાકારનો વર્ગાક આપી દે છે અને તે લંકાસિંધ એ નામથી ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૨૯. કોઈ વખત આસપાસના



આકૃતિ ૨૯ આગ્નેય ખડકોના કવચની અંદરનાં અને બહારનાં સ્વરૂપો

ખડકમાં પ્રસરી જઈને લાવારસના ઢેલવાકે ફાટાફાટાઓ પડેલા ચીરાઓમાં પ્રવેશ કરે છે, એ ચીરાઓમાં ઠંડો પડેલો લાવા ઝાંઝક નામે જાણીતો છે; જ્યારે મોટા જથ્થાને લાવાના ઝાંસ અથવા 'એથેલિયનું' નામ આપવામાં આવ્યું છે જુઓ આકૃતિ ૨૬, આગ્નેય ખડકોના ત્રણ વિભાગ અને તેમાં સમાયેલા જુદાજુદા ખડકોનાં નામ નીચે પ્રમાણે છે :



પ્રવાહી લાવા ઠંડો પડે છે એટલે એમાં રહેલાં રાસાયણિક તત્ત્વો પરસ્પરના રાસાયણિક સંનિકષ્ણ પ્રમાણે થોડાંથોડાં બેળાંધને જુદાંજુદાં ખનિજોને જન્મ આપે છે, જે ખનિજો મોટે ભાગે પોતાને અનુરૂપ વિશિષ્ટ સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે. આ પ્રમાણે જોતાં માલુમ પડશે કે લાવારસ જ્યારે બાહ્ય ક્વચના ઊંડાણમાં ઠંડો પડે છે ત્યારે લગભગ ખડકું જ દ્રવ્ય સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે; કારણ કે બાહ્ય ક્વચના ઊંડાણમાં ઉષ્મામાન અને દબાણ અતિશય રહેવાથી ધગધગતા પ્રવાહી લાવાદ્રવ્યને ઠંડું પડતાં ખૂબ દીર્ઘ કાળ લાગે છે અને દળવેદનવે લાંબે કાળે ઠંડા પડતા જવું એ સ્ફટિકીભવનની અપરિદામ આવશ્યકતા છે, ભૂપૃષ્ઠ પર આવેલો લાવા એકદમ ઠંડો થઈ જતો હોવાથી લગભગ કચ્છોવો અસ્ફટિક દર્યામાં રહે છે જો કે ઢેલકુંક દ્રવ્ય સ્ફટિકરૂપે પણ દેખા તો તે છે જ. ઉપર આપેલા કોષમાં જે ઉપવિભાગ કરવામાં આવ્યા છે તે એમાં રહેલાં સિલિકા નામના

રસાયનિક તત્ત્વમાં પ્રમાણને આધારે કરવામાં આવે છે. જે ખડકોનું સિલિકા પ્રમાણ ૬૦ ટકા કરતાં વધુ વધારે હોય છે તે એસિડ ખડકના નામે ઓળખાય છે. ૫૦ થી ૬૦ ટકાનું સિલિકા પ્રમાણ ધરાવતા એસિડ નદિ તેમ ધણા બેઝિક વધુ નદિ એટલે મધ્યમ ગણાય છે; જ્યારે ૫૦ ટકાથી નીચેના સિલિકાના પ્રમાણવાળા ખડકોને બેઝિક ખડકો ગણવામાં આવ્યા છે.

આંતરઆગ્નેય ખડકોનું વર્ણન :

ગ્રેનીટ :

અવયવસંઘટન : મોટા અને લગભગ બધાં સરખાં કદનાં ખનિજોનો એ બનેલો હોય છે. બધાં ખનિજ રહિતકરપે હોય છે.

રંગ : રાખોડીઓ અથવા ઝાંખો મુલાખી.

અંતર્ગત ખનિજ : સૌથી વધારે ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર, ધણા જ ચોડા પ્લેટ્યોક્રાસ, મુખ્ય ભાગે કૃષ્ણાંશ અને સાથે મસ્કોનાઈટ અથવા ખામોટાઈટ અથવા હૅન'બ્લેન્ડ.

સ્થિતિ : આંતરઆગ્નેય ખડક હોવાથી ખાણ કવચમાં ધણા જ ઊંડાણમાં ગ્રેનીટનું પથારણ થયું હોય છે. અને બેથોક્સિથ અથવા લેક્ઝાઈટનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. જેને ખડકોમાં આ સાવાપદાર્થ હોડો પડેલો હોય તે તે ખડકોમાં દેટલેક સુધી એ વિતરિત પ્રકારના ફેરફારો કરે છે અને તે એના ધણા જ વધારે ઉપમામાનને લઇને થાય છે.

સાથેનાઈટ

અવયવસંઘટન : ગ્રેનીટની માફક મોટા અને બધા લગભગ સરખા જ કદનાં ખનિજોનો બને છે અને બધાં ખનિજ રહિતકરપ ધારણ કરે છે.

રંગ : રાખોડીઓ, લાલ્લાશવાળો, વાંદળી રાખોડીઓ, વગેરે મળે છે.

અંતર્ગત ખનિજ : ઑર્થોક્લાસ પ્રધાન પડે છે. જેની પછી

કર્ણાટક અને પ્લેનિયોકસાસ આવે છે. સાથે બાયોટાઇટ અથવા
હોર્નબ્લેન્ડ પણ નજરે પડે છે.

સ્થિતિવશુંન : કુદરતમાં ઝેનીટ કરતાં સાથેનાઇટ ધણી ઓછા
જોવાને મળે છે અને જ્યાં મળે છે ત્યાં બેથોક્સિથ અથવા લેકોસિથના
આકારમાં જડે છે. ઝેનાઇટની માફક એ પણ બાલ કવચના ધણી
ઊંડાણમાં બંધાય છે, પરંતુ કુદરતમાં ચાતુ રહેલા ભૌતિક અવસ્થા
અને અપાવરણને પરિણામે એ કાગક્રમે બૂટક પર ઢેખાય છે.

હાયોટાઇટ :

અવયવસંઘટન : લગભગ સરખા જ કદનાં ખનિજનો એ
બન્યો છે. અને બધા સ્ફટિકરૂપે જ હોય છે; જોકે ધણું કરીને એનું
સહેજ નાનું હોય છે.

રંગ : મુખ્યત્વે કાળા અને સહેજ સફેદ.

અંતર્ગત ખનિજ : સફેદ ઑસિડ પ્લેનિયોકસાસની સાથે થેરા
લીસા રંગનો હોર્નબ્લેન્ડ ધણી પ્રમાણમાં હોય છે. ઑર્થોક્સાસ
જણાય છે પણ ધણી જ ઓછા પ્રમાણમાં. બાયોટાઇટ હોય કે નહિ
પણ હોય, થોડો ઑગાઇટ પણ હોય છે.

સ્થિતિવશુંન : નાનાનાના લેકોસિથ અથવા ડાયક્રેસે બાલ
કવચના ઊંડાણમાં બંધાય છે અને કાગક્રમે બૂટક ઉપર હેખાય છે.

ઝેમેર :

અવયવસંઘટન : ઝેનાઇટની માફક આ ખડકનાં ખનિજ પણ
બધાં મોટાં અને સરખા કદનાં હોય છે અને એમણે સ્ફટિકરૂપ
ધારણ કરેલું હોય છે.

રંગ : મુખ્યત્વે રંગમાં કાળા જ હોય છે પણ ડોર્ઝાઈ વખત
સફેદ ફેસપાર પણ નજરે પડે છે.

અંતર્ગત ખનિજ : ઑગાઈટ ખનિજ અહીં મુખ્ય સ્થાન લે છે. એની પછી બેઝિક પ્લેઝિયોકલાસ, ઑલિવીન, મેગ્નેટાઈટ, વગેરે, ખનિજો નજરે પડે છે.

સ્થિતિવર્ણન : બીજાં આંતરઆગ્નેય ખડકોની માફક એ પણ ખેશાલિય અથવા ડાઈકરૂપે ખાલ કવચના ઊંડાણમાં જન્મે છે.

મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકનું વર્ણન

ડાસેરાઈટ :

અવયવસંઘટન : લગભગ બધાં ખનિજ સ્ફટિકરૂપે હોય છે. છતાં કેટલોક લાવા કાયરૂપે પણ દેખાય છે. ખનિજનું કદ નાનું કે સહેજ મોટું પણ હોય છે.

રંગ : કાળા અને સફેદ રંગનું મિશ્રણ હોય છે અથવા તો તદ્દન કાળો હોય છે.

અંતર્ગત ખનિજ : બેઝિક પ્લેઝિયોકલાસ ફેલ્સપાર અને ઑગાઈટ અને સાથે મેગ્નેટાઈટ મળે છે. ઑલિવીન મોટે ભાગે મળે છે. સ્થિતિ વર્ણન : આ મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડક મોટે ભાગે ખાલ કવચમાં ઘણા ઊંડાણમાં નહિ એવા ચીરાઓમાં ડાઈકરૂપે મળે છે.

ખાલ આગ્નેય ખડકોનું વર્ણન

રહાયોલાઈટ :

અવયવસંઘટન : મોટે ભાગે લાવા કાયરૂપે જ બંધાયો હોય છે, જેની અંદર કાર્બકાર્બ મોટો સ્ફટિક નજરે પડે છે.

રંગ : સફેદ અથવા શબોડીઓ.

અંતર્ગત ખનિજ : એનાં ખનિજ ઑનાઈટ ખડકને મળતાં જ હોય છે પણ આપણે એને નરી આંખે જોઈ શકતા નથી. જે થેડા-ઘણા મોટા સ્ફટિક દેખાય છે તે ક્વૉર્ટઝ અથવા ઑર્થોક્લાસ હોય છે.

સ્થિતિવર્ણન : એનો લાવાપટાય' બૂપૃષ્ઠ ઉપર ચાદર જેવે લાંબોસાંખો પથરાઈ જાય છે અને કોઈ જ વખત ઘર્ષક્રિયામાં મળે છે. એનો ઉપરનો ભાગ એમાંથી નીકળી જતી દવાને લીધે પુષ્કળ નાનમોટાં હિદ્રોવાળો દેખાય છે.

ટ્રેકાઈટ :

અવયવસંઘટન : રૂદાથોસાઈટ કરતાં એમાં ખનિજનું સ્ફટિકીકરણ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે, જો કે એનું લાવાદ્રવ્ય પણ મોટે ભાગે કાચનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. કોઈ વખતે બધું દ્રવ્ય સ્ફટિકીકરણ ધારણ કરે છે, પરંતુ ઘણી જ પારીક અવસ્થામાં રહે છે.

રંગ : રાખોડીઓ અથવા સફેદ.

અંતર્ગત ખનિજ : મુખ્ય ભાગે જણાતા કાચદ્રવ્યમાં ઓર્થો-ક્રાસ, હૉન'બ્લેન્ડ, પાયોટાઇટના મોટા સ્ફટિક જણાય છે.

સ્થિતિવર્ણન : રૂદાથોસાઈટની માફક એનાં પણ બૂપૃષ્ઠ ઉપર થર પથરાઈ જાય છે.

ઑડેસાઈટ :

અવયવસંઘટન : મુખ્યત્વે કાચદ્રવ્યની અંદર નાનામોટા ફેલ્સપાર સ્ફટિક દેખાય છે.

રંગ : રાખોડીઓ અથવા ખદખી અથવા કાળો.

અંતર્ગત ખનિજ : ડાયોરાઈટ ખડકને મળતા. પ્લેઝ્યોક્રાસ અને આગાઈટ

સ્થિતિવર્ણન : બૂપૃષ્ઠ ઉપર એ લાવાનાં થર બધાય છે.

બૅસૉલ્ટ

અવયવસંઘટન : ઘણા જ પારીક સ્ફટિકી કાચદ્રવ્યમાં પડેલા જણાય છે. કોઈ વખત ઉપરનો ભાગ હિદ્રોવાળો પણ હોય છે.

રંગ : મોટે ભાગે કાળો.

અંતર્ગત ખનિજ : ઍંથ્રોની માફક પ્લેઝ્યોકલાસ અને ઍંગા-
ઇટ સાથે ઍલીવીન ખાસ જોવામાં આવે છે. મેગ્નેટાઇટ પણ
સારા પ્રમાણમાં દેખાય છે.

સ્થિતિવર્ણન : આ ખડક જવાલામુખીના મુખમાં ઘણી વખત
ખંધાયેલાં નજરે પડે છે. વળી, જૂષ્ઠ ઉપર ઘણે લાંબે સુધી આદરની
માફક પથરાયેલાં થર પણ મળે છે. એનો ઉપરનો ભાગ મુખ્યત્વે
કરીને છિદ્રોથી ભરપૂર હોય છે.

મકરણ ૧૦

જલકૃત ખડકો અને તેમનું સમુદ્રજલમાં થતું નિર્માણ

વરસાદનાં પાણી, જૂષ્ઠ પરનો કાંપ, કચરો, વગેરે નદીનાળાં
શી રીતે ઘસડી જાય છે અને ત્યાંથી વળી સમુદ્રજળમાં કેવી રીતે
પહોંચે છે અને ત્યાં કેમ જોડવાય છે એ સપણું સંદેપમાં આપણે
જોઈ ગયા. વાયુ, વરસાદ, વગેરે નૈસર્ગિક બળોથી ખવાયેલાં ખડકો-
માંથી ઉત્પન્ન થતાં કાંકરા અને ખારીક માટીદ્રવ્ય, જમીન, તળાવ કે
સમુદ્રમાં થતો એમનો સંગ્રહ, એ બધું જલકૃત ખડકોના નિર્માણમાં
ઘણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. બસકે એ બળો જ જલકૃત ખડકોના
નિર્માણનાં કારણભૂત છે. એમની ઉત્પત્તિને આધારે જલકૃત ખડકોના
ત્રણ વિભાગ પાડી શકાય :

(૧) ફક્ત જલક્રિયાથી બંધાયેલાં ખડકો :

આ ખવાઈ ગયેલાં ખડકોનું શીણું જાડું માટીદ્રવ્ય વહેતા
પાણીમાં ઘસડાઈ એક બાજુ જમા થતાં બને છે. રેતીપાથણ,
માટી પાથણ, બોલ્ડરકલે, વગેરે ખડકો આ વિભાગમાં સમાવી શકાય.

(૨) સંનિકષ્જન્ય ઘનીભવનથી થતાં ખડકો :

ચૂણપાથણ, દૂધ, મીઠાનાં થર, વગેરે, ખડકોને આ વિભાગમાં

મુક્યા છે. સમુદ્રજલમાં રહેલાં લિંગલિન્ન તત્ત્વોના સંનિકર્ષધની-
ભવનથી આ ખડકોનો ઉદ્ભવ થતો જણાયો છે.

(૩) સામુદ્રિક જીવાવશેષવાળાં ખડકો:

સામુદ્રિક જીવોનાં કવચ, છીપચાખલા જે મોટે ભાગે ચૂનાનાં
ખતેલાં હોય છે તેમના સંગ્રહમાંથી આ ખડકો જન્મ ધારણ કરે છે.
દેહલાક ચૂણુ'પાપાણુની ઉત્પત્તિ આ રીતે થાય છે.

વળી, ખડકોના અંગમૂલ જીવજનુદા વાગોના સમુદાયને આધારે
પથ જલકૃત ખડકોના વિભાગો નીચે ખતાવ્યા પ્રમાણે કરવામાં આવ્યા
છે. એ વિભાગો વધારે પ્રચલિત હોવાથી આપણે એમનો જ આશ્રય
લઈશું: (૧) રેતીવાળાં ખડકો, (૨) માટીવાળાં ખડકો, (૩) ચૂનાનાં
ખડકો, (૪) સિલિકાનાં ખડકો અને (૫) કાલસાનાં ખડકો.

આપણે આગલાં પ્રકરણોમાં જોઈ ગયા છીએ કે વાયુ, વરસાદ,
વજેર, નૈસર્ગિક ખજાયા ખવાયેલાં ખડકોમાંથી છૂટા પડેલા નાનામોટા
ટૂકડાઓ કે નાનાં ખારીક કણો નદીનાર્ગમાં વહેતાં પાણીની મદદથી
ધસડાઈને સમુદ્રના તળિયા ઉપર જમા થાય છે. મથા મોટા અને
વજનમાં ભારે એવા કાંકરા અને મોટા ટૂકડાઓ લગભગ કિનારાથી
થોડે જ દૂર નીચે બેસી જાય છે; જ્યારે ખારીક માટીનાં કણો જલના
પ્રવાહમાં આગળ અને આગળ તથાતાં રહે છે અને સમુદ્રમાં ધણે
દૂર જઈને તળિયે બેસી જઈને ઠરે છે. રેતીવાળાં અને માટીવાળાં
ખડકો આ પ્રમાણે જલક્રિયાથી સમુદ્રતળિયા ઉપર બંધાય છે.

ચૂનાનાં ખડકો જે રીતે બંધાય છે : (૧) એક તો સમુદ્રજલમાં
રહેલાં જીવજનુદાં કાવ્ય તત્ત્વોનું સંનિકર્ષજન્ય ધનીભવન થતાં ચૂનાનું
તત્ત્વ નીચે ઠરી જઈને ચૂનાનાં ખડકોને જન્મ આપે છે, અથવા તો
(૨) સામુદ્રિક જીવોનાં કવચો, છીપ, ચાખલો (એ ચૂનાનાં ખતેલાં હોય
છે) એક સામગ્રી સંગ્રહ થતાં ચૂનાનાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવે છે.
કાબેનિથિયસ (કાલસા) ખડકોમાં મોટાં ને વિશાળ જંગલોની દટાયેલી

વનસ્પતિ ઉપરના દબાણને લઈને કાળા કોલસામાં રૂપાન્તર પામે છે અને આ રીતે વનસ્પતિનું કાર્બનદ્રવ્ય કાળક્રમે કોલસાનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

રેતીપાપાણુ : રેતીપાપાણુ એ જલક્રિયાથી સમુદ્રતલ ઉપર બધાંયેલાં ખડક છે અને એનું અંતરંગ દ્રવ્ય ભૂપૃષ્ઠ ઉપરના ખવાઈ ગયેલાં ખડકોમાંના રેતીના કાંકરાનું બનેલું છે. આ સિલિકાના (રેતીના) કાંકરા ધણા જ સખ્ત હોવાથી પાણીમાં ધસડાતી વખતે વૂટીને બૂકા નહિ થઈ જતાં ગોળ અને લીસા બનતા જાય છે. આથી કરીને મોટે ભાગે રેતીપાપાણુમાં અંતર્ગત દ્રવ્ય લગભગ સરખા જ કદનું બની રહે છે. આ છટાંછટાં રેતીનાં કણો કે કાંકરાને જોડનારું તત્ત્વ કોઈ વખત સિલિકાનું હોય છે અને કોઈ વખતે લોહનું બનેલું હોય છે, અને અનુક્રમે સિલિકાનાં રેતીપાપાણુ અને લોહરેતી પાપાણુ તરીકે ઓળખાય છે. લોહરેતી પાપાણુ લોહતત્ત્વને લીધે લાલ રંગના હોય છે અને તે લોહતત્ત્વ દરેક કાંકરાની આસપાસ વિંટળાઈને અંકુશની સાથે તેમને જોડે છે. કોઈ વખતે એ જ લોહના બનેલા જુદાજુદા સંકીર્ણ પદાર્થોથી રેતીપાપાણુ લીસા રંગના પણ થાય છે. પરંતુ છૂટા રેતીના કાંકરાને જોડતું દ્રવ્ય મોટે ભાગે તો ચૂનાનું તત્ત્વ હોય છે. ભૂગર્ભમાં વહેતાં પાણી આ ચૂનાનું તત્ત્વ તેને પૂરું પાડે છે. રેતીપાપાણુમાં રેતીના કાંકરા કદમાં લગભગ ૧ મિલિમિટર અથવા ૦.૧ મિલિમિટર કરતાં પણ ઓછા વ્યાસવાળા હોય છે. એના કરતાં પણ નાના કદના કાંકરાના રેતીપાપાણુ સિલ્ટસ્ટોન તરીકે ઓળખાય છે. રેતી પાપાણુમાં સિલિકા સિવાયના ખીજા ખનિજના કાંકરા પણ હોય છે પણ તેનું પ્રમાણ ધણું ઓછું રહે છે. ધણી વખત માઇકા (અખરખ) સામાન્ય રીતે રેતીપાપાણુમાં મળે છે અને તેનું પ્રમાણ વધતાં એ માઇકાના રેતીપાપાણુ તરીકે ઓળખાય છે. આન્નેય ખડકોનો ભૌતિક અપક્ષય થતાં તેમાંથી ક્વૉર્ટ્ઝ અને ફેલ્સપાર છૂટા પડે છે, પરંતુ ફેલ્સપાર ખનિજ ભૌતિક અપક્ષયને આધીન થઈ ધણો જલદીથી ખવાઈ જાય છે અને માટી

ખનિજને જન્મ આપે છે, જે દ્રવ્ય માટીપાષાણના વ્યવહારમાં ઉપયોગી થઈ પડે છે. તે જ કારણને લીધે પાણીમાં પણ ફેસપાર ખનિજ લાગે સુધી ધસડાતાં નથી અને તેથી રેતીપાષાણમાં એમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું રહે છે.

ખીજ જાતનાં રેતીપાષાણમાં ક્વૉર્ટ્ઝ ઉપરાંત ખીજ ખનિજોનું પ્રમાણ પણ ઘણું વધારે હોય છે તે એવકને નામે ઓળખાય છે. એ ઘેરા, ભૂરા રંગનાં ખડક ગોળ, લીસા અથવા અણિપાળા ક્વૉર્ટ્ઝ ફેસપાર અને ખીજ ખનિજોના સમુદાયથી બને છે. કેટલીક વખત રેસેટના ટૂંકડાઓ જેવાં ખીજાં ખડકો પણ એની અંદર આવી જાય છે, અને કાંકરાનું કદ પણ નાનુંમોટું હોય છે.

રેતીપાષાણના ક્વૉર્ટ્ઝના કાંકરા સિલિકાદ્રવ્યથી જ એકેક સાથે જોડાયા હોય છે ત્યારે એ ક્વૉર્ટ્ઝાષ્ટના નામથી ઓળખાય છે એ ઘણાં સખ્ત ખડક પર ચરપુતી પણ અસર થતી નથી.

કૉલોમરેટ નામે ઓળખાતાં ખડકોમાં કાંકરા બહુ ટૂંકડાઓનું કદ ઘણું જ મોટું હોય છે અને કોઈકોઈ તો ફૂટ ભરીને પણ માપી શકાય છે. વળી, બધા ટૂંકડાઓ ગોળ અને લીસા હોય છે એ જ દર્શાવે છે કે ઘણા દૂરના છેડાથી એ પાણીમાં તથા અથવા આલેસાં હોવા જોઈએ અને તે આગેય કે જલકૃત કોઈ પણ જાતનાં ખડકોના હોઈ શકે છે. જે જાતના ટૂંકડા વધારે પ્રમાણમાં જણાય છે તેને કૉલોમરેટ નામ આપવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, ટ્રેનાઈટ કૉલોમરેટ, ક્વૉર્ટ્ઝ, કૉલોમરેટ, લાઇમસ્ટોન કૉલોમરેટ, વગેરે. મોટા ખૂરના વહેણમાં ધસડાઈ આવતા આ ટૂંકડા હમેશાં છાછરા પાણીમાં જ જમા થાય છે.

ટૂંકડાઓ ગોળા નહીં પણ અણિપાળા હોય છે ત્યારે તેમાંથી બનતાં ખડકો ઓસિમા તરીકે ઓળખાય છે. ટૂંકડા એવી અંદર પાણીમાં થોડાક અંતર સુધી ધસડાયેલા હોય છે અને છાછરા પાણીમાં

એનો જમાવ થાય છે. પરંતુ મોટે ભાગે બ્રેશિવાનું બધારણુ જમીન પર જ સંભવિત હોય છે.

માટીપાપાણુ : માટી નામના તત્વનાં બનેલાં આ ખડકોનાં કણનું કદ સાથે જ ૦.૧ મિ.મિ.થી વધારે હોઈ શકે અને મોટા કાંકરા કરતાં વધારે જિંડાણુ મુખી સમુદ્રજલમાં ખેંચાઈ જાય છે અને ત્યાં માટીપાપાણુ જલકૃત ખડકોને જન્મ આપે છે. કદમાં અતિશય પારીક હોવાથી એ કણો કયા ખનિજનાં બનેલાં છે એ જણવું તો ઘણું મુશ્કેલ હોય છે; છતાં મોટે ભાગે માઇકા અને કેઓલીન ખનિજ જેવા પદાર્થોનો એ બન્યો હોય છે. કોઈ વખત થોડાઘણા કૅલ્શિયમનાં કણો પણ જણાય છે. કૅલ્શિયમનું પ્રમાણુ વધતાં એ રેતાળ માટી તરીકે ઓળખાય છે. આયર્ન પાઇરાઇટ અને ચૂનાનું તત્વ પણ કેટલીક વાર એમાં ભળેલું મળે છે.

શેલ નામનો માટીપાપાણુ માટીનો જ બને છે. એના પડ ઉપરનું પડ સહેલાઈથી ઊખેડી શકાય છે. જેમાં આવી પડખંધ રચના ન હોય અને જે ઘણો સખ્ત હોય એ મડરટોન તરીકે ઓળખાય છે. ઘણા જ દખાણુને આધીન થઈ સખ્ત ધન બનેલા માટીપાપાણુને સ્લેટ કહેવામાં આવે છે. ખીટપૂમિનસ શેલમાં (શખલામાં) કાપનું પ્રમાણુ ઘણું રહે છે. ફાયરક્લે નામના માટીપાપાણુને અતિશય તપાવતાં એની ઉપર ગરમીની અસર નથી થતી અને એથી બક્ટીની ઇંટ બનાવવાના કામને માટે ખાસ ઉપયોગમાં લેવાય છે. સોડા અને પોર્ટેસિયમ એલકેલીઝ તત્વના અભાવે આ ગુણ એને પ્રાપ્ત થયેલો હોય છે.

ચૂણપાપાણુ : સફેદ, ભૂરા, લાલ, પીળા, કાળા એમ મિત્તલિત્ત રંગોથી ઓતપ્રોત થયેલાં આ ખડકો દેખાવમાં પણ ભિન્નતા દાખવે છે. કોઈ વખત સરલ, લીસા અને સરખા કદનાં કણવાળાં જણાય છે તો કોઈ વખત ખડખડાં હોય છે. કેટલાંક ઘણા ધન

હોય છે તો કેટલાંક હિદ્રાળુ જણાય છે. પણ મોટે ભાગે આ બધાં ખડકો ચૂનાના તત્ત્વમાંથી જ ઉત્પન્ન થાય છે. હાઇડ્રોકોરોસિક એસિડનું એક દીપ્તિ પશુ એની ઉપર મૂકવાથી એની પરીક્ષા તરત થાય છે; કેમકે એમાંથી તરત કાબન ડાયોક્સાઇડ નામનો ઝેસ નીકળવા મળે છે. કૉલસાઇટ ખનિજનું બનેલું આ ખડક સહેલાઇથી ચપ્પુવડે કાપી શકાય છે.

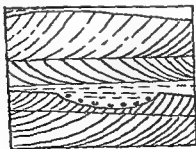
ધણા ચૂર્ણપાષાણમાં સમુદ્રજલમાં જીવોના અવશેષો—જેમકે કાર્બલ અને બીજાં પરવાળાં, હીપ, ચાપલા—મળે છે, અને કેટલાક ચૂર્ણપાષાણ તો ફક્ત આ પરવાળાં હીપજાપલાના સમુદાયને કારણે જ બન્યાં હોય છે. કવચના નામ પરથી ચૂર્ણપાષાણને બુદ્ધાબુદ્ધા નામ આપવામાં આવ્યાં છે, જેવાં કે હીપ ચૂર્ણપાષાણ, પરવાળાં ચૂર્ણપાષાણ, ફીનેસ્ટ્રલ ચૂર્ણપાષાણ વગેરેવગેરે. જોગ ચૂનાના કાંકરાના જોડાણથી બનેલા ચૂર્ણપાષાણ ઊંચિટિક ચૂર્ણપાષાણને નામે જાણીતા છે, આક નામના ચૂર્ણપાષાણ ધણા જ નરમ અને અતિથય ખારીક કણના બનેલા હોય છે. તેની અંદર કોઈ વખત ફોસ્ફોરસ નામના જીવોના ધણા જ ગ્રીણા અવશેષો જોવામાં આવે છે. એની ઉત્પત્તિ સાધારણ જિંડાં પાણીમાં થાય છે.

ઉપર જણાવેલા બધા ચૂર્ણપાષાણોમાં ચૂનાનું તત્ત્વ મુખ્ય ભાગ બન્યું છે, પણ તેની સાથે થોડો મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ અને એસિડમાં અદ્રાવ્ય એવું તત્ત્વ પણ થોડા પ્રમાણમાં રહેતું હોય છે. ચૂર્ણપાષાણમાં મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટનું પ્રમાણ વધતાં એ ડોલોમાઇટ ચૂર્ણપાષાણ તરીકે ઓળખાય છે.

પ્રકરણ ૧૧

જલકૃત ખડકોની ગોઠવણી

જલકૃત ખડકો સમુદ્રજળમાં બધાયા હોય કે તળાવના પાણીમાં ઉદ્ભવ્યા હોય પણ તે બધાં પડખધ રચનાવાળાં હોય છે. આ પડખધ રચનાનું કારણ એના પદાર્થ (ખનિજ) સમુદાયની વિશિષ્ટ ધનના, અને એના ભિન્નભિન્ન પ્રકાર ઉપર અવલંબે છે એ આપણે આગલાં પ્રકરણમાં જોયું. આ રીતે બધાં જલકૃત ખડકોનાં જાડા થરમાં ઘણી વખત આપણે પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે એક ઉપર એક એમ બારીક ઘણાં પાતળાં પડ ગોઠવાયેલાં જોઈએ છીએ. આવી રીતનાં ઘણાં પડ મળીને એક સ્તર અથવા થર બને છે. આ પડોને ઘણી વખત આપણે સહેજાઈથી છૂટાં પાડી શકીએ છીએ. ભિન્નભિન્ન જાતનાં માટીદ્રવ્યને લીધે અથવા તો જુદાજુદા ખનીજનાં કણોની લાંબી ધરી પડખધારણની આડી ગોઠવાઈ રહેવાને લીધે એ જુદાજુદા પડો બધાય છે. મોટે ભાગે એક થરનાં બધાં પડો એકબીજાની ઉપર અનુપૃષ્ઠ દશામાં રહે છે જ, પરંતુ પાણીનાં વહેણોની ગતિમાં ચાલુ થતા ફેરફાર અથવા તો પવનના જોરથી કે કોઈ એવા સંજોગોમાં છીછરા પાણીમાં બધાં જલકૃત ખડકોની ગોઠવાઈ બદલાઈ જાય છે અને એ પડો એકબીજાથી ત્રાસાં અને આડીઅવળી રચનાવાળાં થાય છે. આવી રીતે રચાઈને ગોઠવાયેલ પડોની અવસ્થાને વિશિષ્ટ પડ કહેવામાં આવે છે જુઓ આકૃતિ ૩૦.



આકૃતિ ૩૦ રેતીપાપાણમાં મળતાં વિશિષ્ટ પડ

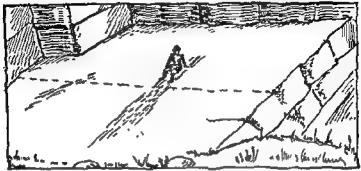
તક: ઈમારતોના બાંધકામમાં લેવાતા પથ્થરોનું ખોદકામ કરતી વખતે ખાસ જોવાનું જે રહે છે તે એ કે પથ્થર આખા સળંગ કેટલા કદના નીકળે છે, અને એ ઉપર પથ્થરની ઉપયોગિતાનો આધાર રહે છે. ખોદકામ કરતાં ઘણી વખત માલુમ પડે છે કે ખડકના ચરમાં કોઈ વખત એક જ દિશામાં તો કોઈ વખત બેત્રણ દિશામાં આડી, ઊભી ફાટ પડેલી જણાય છે અથવા તો સાંધા જેવા જણાય છે. આ ફાટ અથવા સાંધાને તક કહેવામાં આવે છે. જે દિશામાં તક પડેલી હોય તે જ દિશામાં પથ્થરને તોડવાનું કામ ધણું સહેલું બને છે; અને કેટલા કદનો આખો સળંગ ટુકડો નીકળશે એ પણ તક કેટલી લાંબી પડી છે તે ઉપરથી સમજાય છે. રેતીપાથણ અને ચૂંણપાથણમાં આવી તકો થોડેથોડે અંતરે તૂટી જાય છે, જ્યારે ઘણા સખત અને ઘન બનેલા ખડકમાં ઘણી સારી, લાંબીલાંબી તક મળે છે.

સાધારણ રીતે એમ માનવામાં આવે છે કે ખડકો બાંધાયા બાદ સંકાયાય છે અને તેથી આવી ફાટ કે તક પડે છે. અથવા તો કંઈ સંશોધને લીધે પણ આવી તકની ઉત્પત્તિ થાય છે. પથ્થરની ખાણ ખોદનારાઓને આવી તક ઘણી ઉપયોગી છે. વરસાદના પાણીને પણ એ તક મારફત જમીનમાં ઉતરવાનો માર્ગ મળી આવે છે.

નમનકોણ અને નમનાઘાત :

જલકૃત ખડકનાં ચર જે વખતે બધામાં હોય છે તે વખતે તો પુરતકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે એક ઉપર એક એમ અનુપૃષ્ઠ અવસ્થામાં જ ગોઠવામાં હોય છે અને કેટલાક કાગ મુઠી એ અવસ્થામાં પડ્યાં રહે છે પણ ખરાં, પણ ખાસ કવચમાં થતી ઊંચણપાચણને ખોરણામે અનુપૃષ્ઠ ખડકના ચર વળાક લઇને કોઈ એક બાજુએ એક ખાય છે. આ એક કેટલો ચોથો છે એ વળા ગયેલાં ચરો સમથોત્રની આડી લીટી સાથે કેટલા અંશનો ખૂણો કરે

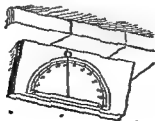
છે તે માપવાથી જાણી શકાય છે. આકૃતિ ઠરમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે



આકૃતિ ઠર નમન અને નમનાધાત; છાકરો નમનની દિશામાં સરકે છે. તૂટેલી રેખા નમનાધાતની દિશા છે.

જે દિશામાં બેઠેલો છાકરો સરે છે તે દિશામાં ખડકો નમ્યાં છે એમ કહેવાય. અને જે દિશામાં નમન સાચી વધારે થયું હોય તેને નમી જવાની દિશા નમનદિશા કહેવામાં આવે છે.

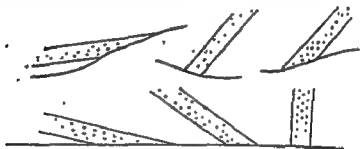
આકૃતિ ઠરમાં ખતાવેલી તૂટેલી લીટીની દિશામાં એટલે નમનથી આડી દિશામાં કાટખૂણે જતાં છાકરો સમક્ષેત્ર પર જ ચાલતો રહેશે. એ આડી તૂટેલી લીટીની દિશા એ ખડકના ચરની નમનાધાતની દિશા તરીકે ઓળખાય છે. ખીણ રીતે કહીએ તો નમનાધાત લીટી હમેશાં ખડકના ચરની સૌથી વધારે નમનની દિશાને કાટખૂણે જ સમક્ષેત્રમાં વહે છે. નમનમાપક યંત્ર—જુઓ આકૃતિ ઠર—સૌથી વધુ નમનની



આકૃતિ ઠર નમનમાપક યંત્ર

દિશામાં મૂકીએ ત્યારે એની ઉપરનું જે લોહક ખૂણે ખતાવે છે તે અંશના ધરનો નમનકોણ કહેવાય છે.

અનાવૃત અંશ: ખડકના ધરનો જેટલો ભાગ જમીનની સપાટી ઉપર આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેટલા ભાગને એ ખડકના અનાવૃત અંશ તરીકે ઓળખીશું. ધરની ઝાડાઈ, એનો નમનકોણ અને જમીનની સપાટીનો ઢોળાવ એ ત્રણ વસ્તુ પર અનાવૃત અંશની પહોળાઈનો આધાર રહે છે. નમનકોણનું માપ વધતાં અનાવૃત અંશ સાંકડો બને છે જુઓ આકૃતિ ૩૩.



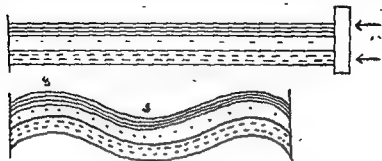
આકૃતિ ૩૩

અનાવૃત અંશની પહોળાઈ જમીનના ઢાળ અને નમન કોણ પર આધારે છે.

ધરના વળ :

જલદૂત ખડકોનાં ધર હમેશાં અનુપૂર્ણ અવસ્થામાં નહિ રહેતાં કોઈ દિશામાં ઓછેવધતે અંશે નમેલાં રહે છે. ક્યાંક એ નમનકોણ વધારે હોય છે અને ક્યાંક એ ઘટે છે; અને કોઈ અમુક ધર પણ ઘણી લંબાઈએ માપતાં એક જ દિશામાં નમતો હોવા છતાં પણ જુદાંજુદાં માપનો નમનકોણ ખતાવે છે. કેટલાંક ધર્મો તો એની નમવાની દિશા પણ તદન પ્રદક્ષાઈ જાય છે. આમાં ધરનો વળાંક કારણભૂત હોય છે. આંતર દોળોને આધીન થઈ ખડકનાં ધર એના બન્ને છેડાની દિશામાંથી અંદર અને અંદર દબાવા

માંડે છે જુઓ આકૃતિ ૩૪, ૩૫ ત્યારે એ બધાં થર



આકૃતિ ૩૪, ૩૫

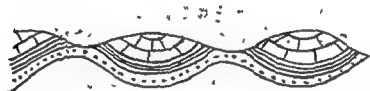
અનુપૃષ્ઠ ખડકનાં થર ઇલાયતે વળાંક લેતાં પહેલાં કરતાં
ઓછી જગા રોકે છે. જે તીર ઇલાયતની દિશા સૂચવે છે.

ક. અપગામી ઉલ્લયપક્ષી નમન; ડ.-ઉપગામી
ઉલ્લયપક્ષી નમન.

વળાંક લઇને ઉપર આવે છે અને પહેલાં કરતાં ઘણા ઓછા વિસ્તારમાં
સમાઇ જાય છે. આ રીતે જલકૃત ખડકોનાં ઘરમાં થતી
વળાંકોની ઉત્પત્તિ સમગ્રવી શક્ય. આ વળાંક ઘણા જ પ્રીમે અને
ધણે દીર્ઘ કાળે અસ્થિતિમાં આવે છે એ વસ્તુ ધ્યાનમાં રાખવડ
જોવી છે.

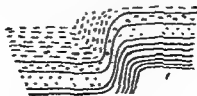
વિવિધ જલકૃત ખડકોમાં થરના આખા સંઘાતની ખારીક
તપાસ કરતાં માલૂમ પડશે કે થરનો કેટલોક ભાગ વળાંક લેતો હોય
જે જુઓ આકૃતિ ૩૫; અને થરના જે ભાગો મધ્ય ધરીથી
સામસામી દિશામાં નમેલા હોય છે. વળાંક એનો કેટલોક ભાગ નીચે
વળાંક લેતો હોવાથી થરના જે ભાગો મધ્ય ધરીથી એકબીજા તરફ
નમેલા હોય છે. કે આગળનો જે વળાંક જિંઘા ટેકરાજેવો જણાય છે તે
અપગામી ઉલ્લયપક્ષી નમન એ નામે ઓળખાય છે; અને

જિંદી ખીણ બનાવતો ૩ આગગનો વર્ણક ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમન કહેવાય છે. આ અપગામી અને ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમનવાળા ખડકો પણ કાગકમે ખવાઈવસાઈ જતાં આકૃતિ ૩૬ માં



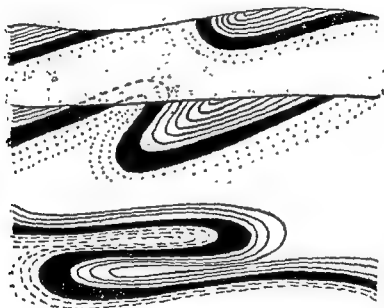
આકૃતિ ૩૬, નૈસર્ગિક બળોથી ઘસાઈને થરના વળના બનાવટ અંશ સ્પષ્ટ જમીન જેવા પણ બને છે અને વધારે અસાવાથી ખીણને ને પહાડને પહોં જન્મ આપે છે.

ખતાખ્યા જેવું રૂપ એ ધારણ કરે છે અને પર્વતની જગાએ ખીણ અને ખીણની જગાએ પર્વત બને છે. ઉપગામી કરતાં અપગામી નમનવાળો ભાગ વધારે ત્વરાથી ખવાઈવાથી આ વસ્તુસ્થિતિ ઉપરિથત સ્થાવર મનાય છે. એક જ દિશામાં નમીને ફરી પાછા અનુપ્રષ્ઠ દશામાં આવેલાં થર એકપક્ષી નમન બતાવતાં કહેવાય ૥ જુઓ આકૃતિ ૩૭.



આકૃતિ ૩૭ એક બાજુ નમન

ઉલ્લપક્ષી નમનવાળાં મરોમાં નમતાં બન્ને ભાગના નમનકોણ સરખાં હોય તો એ અસમપ્રમાણ ઉલ્લપક્ષી નમન ગણાય છે જુઓ આકૃતિ ૩૬; જ્યારે એક બાજુનો નમનકોણ બીજી બાજુના નમનકોણ કરતાં નાનો કે મોટો હોય તો એ અસમપ્રમાણ ઉલ્લપક્ષી નમન કહેવાય છે જુઓ આકૃતિ ૩૮ અ,



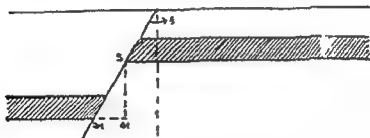
આકૃતિ ૩૮-અ, અસમપ્રમાણ બન્ને બાજુ નમતાં થયે
અ, કે, ઊલટાં થઈને જિંઘાં વળી ગયેલાં બન્ને બાજુ
નમતાં થયે

કોઈક વખત ખડકનાં થયે એટલે બધો મોટો વળાંક લે છે કે તેથી એ થરના કેટલાક ભાગ જિંઘા વળી જઈને નરાની ઉપર જૂતા એમ અનુક્રમે ઉલટાઈ જાય છે. જુઓ આકૃતિ ૩૮ અ, કે. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચના ભાગમાં આંતર બળો પોતાનું પ્રયત્ન બળ

વાપરી રહ્યાં હોય છે તે જગાનાં ખડકોનાં યર આ અવસ્થા અનુભવે છે. દિમાલયપર્વતમાં આ વસ્તુસ્થિતિ ધણે ઠેકાણે જણાય છે, કારણ કે એ પર્વતો પણ આંતર ખળો અને સંયોજોને લીધે જ અસ્થિતિમાં આવ્યા છે. યુરોપમાં એ રચનાનાં મુદ્દર દૃષ્ટિમાં આદ્યપર્વતોમાં મળી આવે છે.

અપચ્છેદ :

ખાલ્ય કવચમાં થતી ગ્રાહ્યપાથકને અંગે કચ્છોનાં ખડકો જોયાં નીચાં થાય ■ કે કચ્છાં કેમ વખતે તે આંતર ખળોનું જોર એટલું બધું વધી જાય છે કે ખડકો પોતાનો સ્થિતિસ્થાપકતાને શુદ્ધ ગુમાવી દે છે અને ખડકની સ્થિતિસ્થાપકતાની હદ આવી જતાં ખડક તૂટે છે. તૂટતાની સાથે એક ખડકના ખન્ને ભાગો જોયાનીચા થાય છે; એટલું જ નહિ પણ એકબીજાથી વ્યક્ત થઈને સામસામી દિશામાં ખસે છે જુઓ આકૃતિ ૩૬. આવી રીતે તૂટેલા



આકૃતિ ૩૬ અનુપૃષ્ઠ-અંતર (અ. ખ.) અસિપૃષ્ઠ

અંતર (ક. ખ.) અપચ્છેદ કોણ (ક)

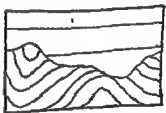
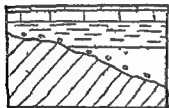
ખડકને ખડકનો અપચ્છેદ થયો એમ કહેવાય છે. એ રીતે જોતાં ખડકોમાં જો ફાટ પડી હોય છે અને ત્યાંના ખડકો જોડેનીચે કે આગળપાછળ ખસ્યા હોય તે તેને આપણે અપચ્છેદ કહી શકીએ. અપચ્છેદની ફાટ આગળ ખડકનાં યરનો એક ભાગ અટકી જતો જણાય છે અને બીજો ભાગ ફાટની બાજુ બાજુએ પહેલા ભાગથી જોડો

કે નીચે ખસેલો જણાય છે. અપરંછેદની ફાટ એક તો અભિપ્રય
દિશામાં જાય છે અથવા તો આકૃતિમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે તેનાથી
સહેજ ત્રાંસી જાય છે. અભિપ્રય રેખા સાથે અપરંછેદની ફાટ કરેલા
ખૂણો અપરંછેદના નમનખૂણા તરીકે ગણી શકાય. આ ખૂણાને
‘કાણમાં આપણે અપરંછેદકોણ કહીશું’. અપરંછેદની જે દિશામાં
ચરના ભાગ નીચે સરી પડ્યા હોય તેને નિરંછેદ કહે છે અને
ખીછ સામેની દિશામાં જાયે મડેલા લાગે છે એટલે એને ઉરંછેદ
કહેવામાં આવે છે. વળી, ઉપર કહ્યું તેમ તૂટેલા ચરના ખન્ને ભાગ
અનુપૃષ્ઠ અવસ્થામાં એકબીજાની સામેની દિશામાં પણ ખસે છે.
ખન્ને ભાગના છેડાની વચ્ચેના અંતરને અપરંછેદના અનુપૃષ્ઠ અંતર
તરીકે ગણવામાં આવે છે. ખન્ને છેડાનાં જાંમેનીચે થયેલાં અંતરને
અભિપ્રય અંતર ગણીશું. આકૃતિ ૭૬ માં આ વિશેની માહિતી
આપવામાં આવી છે. ખાસ કરવાની જુદીજુદી દિશામાં હીલચાલને
હીધે અપરંછેદ પણ ઘણી જાતના જુદાજુદા પ્રકારના જણાયા છે.
એમાં અનુરોધી અને વિરોધી એ બે જાતના અપરંછેદો મુખ્ય
છે. અનુરોધી અપરંછેદમાં અપરંછેદકોણ નિરંછેદની દિશામાં નમેલો
હોય છે; જ્યારે વિરોધી અપરંછેદમાં એનું નમન ઉરંછેદની દિશામાં
હોય છે.

ક્રમસંગ :

પૃથ્વીનો ઇતિહાસ આલેખવા માટે ખાસ કરવામાં આવેલા જલકૃત
ખડકોમાં મળતા અવશેષો ઘણા ઉપયોગી ■ એ આપણે આગળ
જોઈ ગયા. ભૌતિક અપક્ષય, અપાવરણ, વગેરે કારણોને લીધે ખડકો
નો વિનાશ પણ થતો રજો છે. ખડકોનો વિનાશ થતાં એની અંદર
જળવાયલા અવશેષોનો પણ નાશ થાય છે જ. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ તપાસ-
તાં એવું માન્ય પડે છે કે નૈસર્ગિક જગતે ખડકોના અનાવૃત
અવસ્થે પોદી કાઢી, એની અંદર ઊંડાંજિંદાં કેલરોને જન્મ આપ્યો
છે. પૃથ્વીના જૂનકાળમાં પણ આવું બન્યું છે અને તેને લઈને આખા

ભૂસ્તરક્રમમાં કયાંકકયાંક નાનીમોટી ત્રુટીઓ આવૂમ પડી છે. એટલે એ કાળનો પૃથ્વીનો ઇતિહાસ અણુઉકેલ્યો જ રહ્યો છે; કહો કે ઇતિહાસપુસ્તકનાં એટલાં પાનાં નષ્ટ થયાં છે. પૃથ્વીના સગમ સ્તરક્રમમાં જણાતી આવી ત્રુટીઓ કમલગને નામે ઓળખાય છે. આ સમયમાં જલકૃત ખડકોની નિર્માણક્રિયા તે જગામાં બંધ થઈ ગઈ હોય છે. આ કમલગકાળ કરોડો વર્ષ સુધી પણ લંબાય છે. આકૃતિ ૪૦ માં વાંકીચૂકી રેખા કમલગસ્થાન બતાવે છે.



આકૃતિ ૪૦ કમલગ બતાવતી બુદ્ધિબુદ્ધી આકૃતિઓ.

નીચલા સ્તરસંઘાતની ભૌતિક અવસ્થા, અપાવરણથી ખરાબ ગયેલી સપાટી ઉપર નવા સંઘાતનાં સ્તરો બંધાયાં છે.

કમલગવાળા આખી સ્તરશ્રેણીમાં જૂના અને નવા બન્ને સંઘાતના નમનકાળનાં માપ અને દિશા ધણી વખત બુદ્ધિબુદ્ધી હોય જો, એમ પણ બને છે કે કમલગસ્થાનની ઉપરનું પહેલું મોટું ભાગે કોઓમરેટનું સ્તર જ હોય છે; અને એ

કોઓમરેટ સ્તરમાં એની નીચે આવી રહેલા સ્તરના દૂકા મળે છે.

અંતઃસ્થિત અને બહિઃસ્થિત ખડકો :

આકૃતિ ૪૫ માં બતાવ્યા પ્રમાણે અનુપૂર્ણ દશમાં રહેલાં ખડકોનો ભૌતિક અપક્ષમ, અપાવરણ વગેરેથી વિનાશ થાય છે; ત્યારે વિનાશથી બચી ગયેલાં એ ખડકોના કેટલાક ભાગ કુંગરા તરીકે ઊભા હોય છે. આ પ્રમાણે એક સપાટ પ્રદેશમાં બેમણ એવા કુંગરાઓનો જન્મ સંભવે છે.



આકૃતિ ૪૫

અ. અંતઃસ્થિત ખડક; બ. બહિઃસ્થિત ખડક

આ કુંગરાઓને આજે તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે કોઈ કાળે તેઓ એકબીજા સાથે જોડાયેલા હતા. એક પ્રદેશના જ એ જુદાજુદા અંશ છ એટલે એનાં સ્તરો પણ એકબીજા સાથે સંબંધ ધરાવે છે. એમાંના કોઈ પણ કુંગરાને તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે એની ટોચ ઉપર એકદમ નવું સ્તર છે; જ્યારે એની આસપાસ બધાં જૂનાં સ્તરો અનાવૃત થયાં છે. જૂનાં સ્તરો નવાં સ્તરોની આસપાસ પડ્યાં હોય છે ને એવાં ખડકોને બહિઃસ્થિત ખડકો કહે છે. એનાથી જિનટું એ કુંગરાઓની પાસે ખીણમાં જોતાં માલૂમ પડશે કે જૂનાં સ્તરની આસપાસ નવાં સ્તરો પડ્યાં છે. એ ખડકો અંતઃસ્થિત કહેવાય છે.

પ્રકરણ ૧૨

વિકૃત ખડકો

આરસપદ્મણનાં પરચર, સ્લેટ, નાઇસ, સીસ્ટ, આદિ બધાં ખડકો વિકૃત ખડકો કહેવાય છે. બાલ કવચના ઊંડાણમાં જતાં ઉંમ્રમાન અને સાથે ઉપરનું ખડકેનું દબાણ એટલું બધું તો વધી જાય છે કે તેને વધુને ઊંડાણમાં રહેવા કાંઈ પણ જાનનાં ખડકો પોતાનું જૂનું સ્વરૂપ બદલી કાંઈક નવીન જ રૂપાંતર પામે છે. આ ફેરફાર કાંઈ વખત ફક્ત એના બાહ્ય સ્વરૂપને જ બદલી નાંખે છે, તો વળી કાંઈક વખત તો એનાં રાસાયણિક તત્ત્વોમાં બદલા બદલી કરીને તદ્દન નવાં જ ખડકને જન્મ આપે છે, દૃષ્ટાંત તરીકે, માટીપાયાણ ધણી ઊંચે દબાણ હેઠળ દબાઈ રહેતાં રચેટમાં રૂપાંતર પામે છે, અને રેતીપાયાણના રેતીદાણા દબાતા એકક સાથે જોડાઈ જઈને કંઈક આકૃષ્ટ કહેવાતા વિકૃત ખડકનું રૂપ ધારણ કરે છે. બાલ સ્વરૂપમાં થતા ફેરફારોનાં જ આ દૃષ્ટાંત છે ઉંમ્રમાન અને દબાણનું પ્રમાણ વધતાં સ્લેટખડકમાં દુરમેલીનખનિજો જન્મ લે છે ત્યારે એ ખડક રાસાયણિક રૂપાંતર પામું એમ કહેવાય છે.

આ પ્રમાણે બધાં વિકૃત ખડકો એક કાળે બાલ કવચના ઊંડાણમાં રહ્યાં હશે એમ આપણે માની શકીએ અને ઉપરના પડનો ભૌતિક અપદ્રવ્યથી વિશ્વંસ થતાં એ ફરીને આપણને જમીન ઉપર ફેલા દે છે.

ખડકોની વિકૃત દશા બે જુદાજુદા પ્રકારેને આભારી છે એ કુદરતમાં મળતા દાખવાઓ પરથી સમજાય છે. જમીનના પડમાં પડેલા પીરા કે ફાટમાં બાલ કવચના ઊંડાણમાંથી લાવાદ્રવ્યનું થતાં એના સંસર્ગમાં આવતાં ખડકોમાં ફેરફારો (રાસાયણિક તિક) થાય છે આ પ્રકારથી વિકૃત દશા પામેલાં ખડકોને

સંયોગજન્ય રૂપાંતરવાળાં ખડકો તરીકે આપણે ઓળખી શકીએ. આ રીતે વિકૃતાવસ્થા પામતાં ખડકો ધણા ઓછા ભાગ રોકે છે; કારણ કે ખડકોનો જેટલો ભાગ લાવાદ્રવ્યના સંસર્ગમાં આવે છે તેટલા જ ભાગમાં ફક્ત રૂપાંતર થાય છે.

પરંતુ વિકૃતાવસ્થાના બે પ્રકાર, જે વિરાટ રૂપાંતર તરીકે ઓળખાય છે તે તો પૃથ્વીના કવચના ધણા મોટા ભાગને સમેટી લે છે. કવચના ઊંડાણમાં ચાલી રહેલી નાની કે મોટી ઊંચસ-પાથસો તેમ જ આસપાસથી ચતાં દબાણો વગેરે લઘુને પડખાંધ તેમ જ ખીખાં ખડકો વળાંક લઇ ઉપર આવે છે. પરંતુ એ દબાણથી પેદા થયેલાં ધર્ષણ અને તેને કારણે ઉત્પન્ન થતી ગરમીથી એ ખડકો વિકૃતાવસ્થા અનુભવે છે. આ પ્રકારની રૂપાંતરક્રિયાને આપણે વિરાટ રૂપાંતરની ઉપમા આપીશું. પૃથ્વીના ધણા મોટા ભાગનાં ખડકો આ પ્રકારની અસર હેઠળ આવી જાય છે. સંયોગજન્ય રૂપાંતરમાં ઉભામાન જ મોટો ભાગ જળવે છે, જ્યારે વિરાટ રૂપાંતરમાં ઉભામાન અને દબાણ બંનેનું કાર્ય મહત્ત્વનું બને છે.

આગ્નેય અને જલકૃત એમ બંને જાતનાં ખડકો ઉભામાન અને દબાણને આધીન ચતાં વિકૃત દશા અનુભવે ॥ એ હવે સમગ્રી શંકારો, એવી રીતે વિકૃતાવસ્થાને પહોંચેલાં કેટલાંક ખડકોનું દ્રુંક વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છે:

વિકૃત ખડકોમાં નાઇસ અને સીસ્ટ ખડકો ખાસ ગણાવી શકાય. એ ખડકો એક કાળે ધણાં જ દબાણ અને ગરમીની અસર હેઠળ આવ્યાં હશે એમ આપણે આજે કહી શકીએ. એ ખડકો એટલી હદ સુધી બદલાઇ ગયાં હોય છે કે એમનું પૂર્વરૂપ શું હશે તે પણ કશી શકાતું નથી. હાખલા તરીકે, એ આગ્નેય કે જલકૃત ખડકમાંથી આ દશા પામ્યાં ॥ કે કેમ તે વિષે પણ કંઈ કહી શકાતું નથી.

સીસ્ટ : એની રચનામાં અમુક ધણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. સીસ્ટ ખડકમાં અમુકનું પ્રમાણ ઘણું મોટું રહે છે. અને અમુક સ્થિતિસ્થાપક હોવાથી એ દબાણને લઈને વળાંક લે છે અને ખડકની અંદર પડખંધ ગોઠવણ જન્ય છે અને વળાંકે જન્મ આપે છે, આ રીતે સીસ્ટ ખડકોની બાહ્યથી વળવળાળી ગણાય છે. વળી વળતી દિશામાં એ ખડકો સહેલાઈથી છૂટાં પણ પડી શકે છે. અમુક ઉપરાંત બીજાં ખનિજ કંપોઝિટ છે જે ગોળ દાણાદાર હોઈ તેની આસપાસનો અમુકનાં યરને બાહેસાં હોય છે, જે આપણને દબાણની અસરનું સૂચન કરે છે. ધણી સીસ્ટ ખડકો જલકૃત માટીપાણાથી બન્યાં હોય છે; તો વળી કેટલાંક હોન'બ્લેડ સીસ્ટ જેવાનો ઉદ્ભવ ગેઝિક લાવામાંથી થયું હોય છે.

નાઇસ : આ જાતનાં ખડકો આગ્નેય ખડકો સાથે ઘણા મળતાં દેખાય છે. એનું અવયવસંઘટન પણ આગ્નેય ખડકોની માફક મોટામોટા ખનિજોનું બનેલું હોય છે. પણ નાઇસની વિશિષ્ટતા એ છે કે એની અંદર કાળાં અને સફેદ રંગનાં ખનિજોની અમુક સીધી લીટીમાં ગોઠવણી થયેલી હોવાથી એ પટાપટાનો ભાસ આપે છે. નાઇસના ખનિજસમૂહમાં ક્વૈર્ટ્ઝ, ફેલ્ડસપાર અને અમુક ખાસ ગણાવી શકાય. તે ઉપરાંત ગ્રાનેટ, ટુરમેલીન, વગેરે ખનિજો પણ નજરે અડે છે. કેટલાંક નાઇસ ખડકો એનીટમાંથી રૂપાંતર પામ્યાં હોવાનું કહેવાય છે.

સ્લેટ : આ પણ વિકૃત ખડક તરીકે ઓળખાય છે. છતાં એનો વિકૃતાવસ્થાનો પ્રકાર નાઇસ કે સીસ્ટ જેટલી હદે પહોંચ્યો હોતો નથી. જલકૃત માટીપાણા દબાણને આધીન થતાં એના બાહ્ય સ્વરૂપમાં ફેરફારો કરે છે. દબાણને લઈને એનું અવયવસંઘટન અતિશય સખ્ત અને ઘાટું બને છે. તે ઉપરાંત એમાં ઘાટ પણ પેદા થાય છે. એની અંદર રહેલાં માટીનાં કણોની લાંબી ધડી દબાણને લઈને એક જ દિશામાં સીધી ગોઠવણ જન્ય છે અને એ રીતે ઘાટનું અસ્તિત્વ સંભવે છે.

આરસપહાણના પથ્થર : બાંધકામના ઉપયોગમાં ઘણા ગણીતા
થયેલા આરસપહાણના પથ્થર ભૂમિચાની દૃષ્ટિએ નિવૃત્ત ખડકો જ ગણાય.

પ્રકરણ ૧૩

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનાનું રેખાચિત્ર

આખા હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચના લખતા પહેલાં એ દેશનાં
કુદરતી વિભાગો શાશ્વ છે અને એ કેવીકેવી રીતે ગોઠવાયા છે એ
ગણવું અસ્થાને નહિ ગણાય. અંકેકથી તદ્દન નિરાળા એવા ત્રણ જુદા
કુદરતી વિભાગોનાં બનેલો આ દેસ તેના ત્રણે વિભાગોમાં ભૌગોલિક-
તેમ જ ભૂમિરચનાની અસમાનતા દાખવે છે: (૧) સિંદુ-લદ્દીપના
ખેટ સાથે દ્વીપકલ્પનો ત્રિકોણાકાર પ્રદેશ પહેલા વિભાગમાં પડે છે;
(૨) પશ્ચિમ, ઉત્તર અને પૂર્વમાં ઊભેલા કુંગરાળા પ્રદેશનો ખીન્નો
વિભાગ બને છે; ત્યારે (૩) ત્રીજા વિભાગમાં સિંદુગંગાના કાંપથી
બનેલા સિંદુનદીના તટથી બહાપુત્રાના તટ સુધી વિસ્તારાયલા
પ્રદેશને મૂકવામાં આવ્યો છે. દ્વીપકલ્પમાં મળતા ઊપસા પેલિયોઝોઇક-
યુગનાં અને તેની પછીના યુગનાં બધાં ખડકો હજી પણ અનુપ્રસ્ય
દશા અનુભવે છે અને જે ખડકોએ દોળાવ લીધા છે તે પણ
નહિજેવો જ કહી શકાય. આ ઉપરથી એમ કહી શકાય કે
દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં ઘણા લાંબા વખતથી (ઊપસા પેલિયોઝોઇક-
યુગથી માંડીને તે આજ સુધીમાં) કોઇ મહાન ઉલ્કાપાતનું
આક્રમણ નથી થયું. કોઇ ખાસ આક્રમણ ગણાવી શકાય તો તે કાર્મે-
નિફ્રસયુગમાં દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં પડેલા ચીરાઓને લઇને
ઉપસ્થિત થયેલા કુંગાના આકારના અપચ્છેદ છે. એની અંદર હિંદુ-
સ્તાનની કાલસાગર આર્થિક સંપત્તિ ધણીજ સારી રીતે જળવાઈ રહી છે.
દ્વીપકલ્પનો મધ્ય અને પશ્ચિમ ભાગ લાવાથી (દક્ષિણદ્રેષ) આચ્છાદિત
થયો છે અને ઊંચા, નીચા, સપાટ કુંગરા અને કુંગરીઓનો બન્યો
છે. કિનારા પર મળતાં થોડા અવશેષાળાં ખડકોના અપવાદ સિવાય

દ્રીપકલ્પના મોગ ભાગમાં પેલિયો ઝુકયુગ કે તેનાથી પણ જૂના
જાગીનાં ખડકો જ મળે છે એ પણ ખતાવે છે કે એ કાળ પછી
દ્રીપકલ્પનુ કવચ જમીનડપે જ રહ્યું છે, અને તેની ઉપર કોઈ પણ
જાતનું (ચોડા અપવા સિવાય) સમુદ્રના પાણીનું આક્રમણ નથી
થયું એ રીતે જોતાં દ્રીપકલ્પના એટલા ભાગ પૃથ્વીનાં જૂનામાં
જૂનાં કવચ તરીકે પણ લેખી શકાય

હિમાનય, ખમુચિસ્તાન અને અલ્લદેશનો કુમરાળા પ્રદેશ એનાથી
ઊંચાડી જ તત્કાલ વિરુદ્ધ પ્રકારની માહિતી આપે છે પણ જૂનાં
નિકૃત ખડકોની જાણે મગતા સામુદ્રિક અવશેષવાળાં થરાતું બનેતું
એ કવચ ઈન્ડિયનયુગથી માંડીને હાનના રસિપારાણુગ સુધી સમુદ્રના
પાણી હેઠળ બીજાતુ હતું એની સાક્ષી પૂરે છે અને તે પછી
હિમાલયપર્વતના ધીમેધીમે ઉપર આનવાથી સમુદ્રનાં પાણી ત્યાંથી
અદ્દશ યજ ગયાં છે એ તો હવે જૂસ્તર વિજ્ઞાનીઓએ સિદ્ધ કરી
ખતાવ્યું છે

દ્રીપકલ્પ અને કુમરાળા ભાગોનું જોડાણ કરતો સિંધુગાનો
પટ હિમાનયપર્વતોનાં થરાના ભૌતિક અપક્ષ અને અપાનરણથી
ઉત્પન્ન થયેલા માગીદ્ર નમથી બન્યો છે

ઉપર દર્શાવેલી નિમ્નો ઉપરથી જણ્યારો કે દ્રીપકલ્પનુ કવચ
કુમરાળા પ્રદેશનાં કવચથી તદ્દન જુદું પડે છે કુમરાળા પ્રદેશનું
જૂકવચ અઘપિપર્વત ધણ જ અસ્થિર અને જૂકપ અને એના જ
મીઠા આક્રમણોને આધીન રહ્યું છે અને એ કારણથી ધણી યે
વખત જમીન અને સમુદ્રે ત્રુડુત્રુડુ સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે જ્યારે
દ્રીપકલ્પનુ કવચ ઈન્ડિયનયુગથી માંડીને તે આજસુધી ખિલકુલ
અચળ રહ્યું અને તેથી જ દ્રીપકલ્પમા સામુદ્રિક જળની ક્રિયાઓથી
ખધોલા થરાની અઘત માત્રમ પડે છે કિનારે કિનારે જર્પા કોઝ
કોઝ રથળે દેખાય છે તે સામુદ્રિક જળના તે તે યુગની જમીન
પર થયેલા આક્રમણનાં ચિહ્ન તરીકે ઊભાં છે વળી દ્રીપકલ્પના

કેટલાક ભાગોમાં તળાવ, વગેરેમાં (મીઠા પાણીમાં) બાધાયેલાં ખડકો પથ્થ મળે છે. આતુ' કારણ હવે પછી બતાવવામાં આવશે.

હિંદુસ્તાનના ભૂકવચમાં મળતાં બુદ્ધબુદ્ધ યુગનાં ખડકોનાં ચરનો-ક્રમ નીચે આપવામાં આવ્યો છે:

યુરોપીય અને અમેરિકન સમદર્શી ક્રમ

અર્વાચીન	સિંધુગંગાનો ખદર પ્રદેશ; જૂના અને નવા કદમદીપ; નદીઓનાં કાંપ, વગેરે.
પ્લિસ્ટોસીન	નમ'દાગોદાવરીનો જૂનો કાંપ; પેલિઓસિથિક ત્રેવલ; સિંધુગંગાનો કાંપ; બ'ગાર; રાજપૂતાના અને કચ્છનો રેતાળ પ્રદેશ; પેરબ'કર રેતીપાવાણુ.
પ્લાયોસીન અને ઊપસાવચલા માયોસીન	શિવાલિકબૂદ્ધ, સિંધનો મ'છારબૂદ્ધ; હાડકાના અવશેષવાળા પેરીમ બેટના હાંઓમરેટ.
નીચલા માયોસીન	સિંધ અને બલુચીસ્તાનનો મેકરાનબૂદ્ધ; કચ્છના મજરતરસ'ધાત; સિંધના મજસ'ધાત.
આંધ્રીગોસીન	કચ્છના અને સિંધના નારીસ'ધાત; કાંઠિયાવાડનાં દારકારતર.
ઊપલા ઇઓસીન	સુરત, ભરૂચ, રાજપૂતાના નમ્બુલાઇટ ખડકો;
નીચલા ઇઓસીન	સિંધના કીરથારસ'ધાત; સિંધના લાકી અને સમુદ્રિકાસ'ધાત.
કોટસિયસ	દક્ષિણદ્રેપ; લેમ્બેટા અને બાગસ્તર; સિંધ બલુચીસ્તાનના પ્રદેશરેતીપાવાણુ,
જમ્બુરાસિક	ઉપલો ગોડવાનાબૂદ્ધ; કચ્છના જમ્બુરાસિકબૂદ્ધ (સામુદ્રિક) હિમાલયનાં જમ્બુરાસિક ખડકો.
ટ્રાયાસિક	મધ્યગોડવાનાબૂદ્ધ; હિમાલયનાં ટ્રાયાસિક ખડકો.
પર્મિયન	નીચલો ગોડવાનાબૂદ્ધ; સૉલ્ટ ટ્રેડક્રટ્સવાળા ચૂનાનાં ખડક.

પર્મિયન.—ક્રાઓ-નિફરસ

ટાલમીરસ'ધાત (નીચલાગોડવાના); કારમીરના ગગાભાપટેરીસ અવશેષવાળાં ખડકો.

કાર્બોનિક્સ	સ્પીડી અને કાર્બીરનાં કાર્બોનિક્સ ખડકો.	ગ્રાનિટી વિભાગ
ડેવોનિયન	પ્રાદેશના ડેવોનિયન ખડકો, સ્પીડી અને કાર્બીરના મધ્યમાં	
સીલુરિયન	સ્પીડી અને કાર્બીરનાં સીલુરિયન ખડકો.	
ઑરડોવિશિયન	સ્પીડી અને કાર્બીરના ઑરડોવિશિયન ખડકો	
કેમ્બ્રિયન	સ્પીડી, કાર્બીર, સોલ્ટરેજનાં કેમ્બ્રિયન ખડકો.	
કોરીડોનિયન	વિષ્ણુયુગ	પ્રાચીન
ઑલગોનિયન	કડાપ્પાન્યુગ	
હ્યુરોનિયન	ધારવાડન્યુગ	પ્રાચીન
લેવીઝિયન	આર્કિયનન્યુગ-ગ્રેનીટ અને નાઇસ.	

સૌથી જૂનામાં જૂના કાળનાં ખડકો જે આર્કિયન નામે ઓળખાય છે એ નાઇસ અને સીસ્ટ તરીકે જાણીતા થયેલાં વિકૃત ખડકો છે. આ ખડકોનો ઉદ્ભવ શી રીતે અને શેમાંથી થયો હશે એ વિશે બોધતાં 'ઇડિયન જ્યોલોજિકલ સર્વેયાંગ' શ્રી ડી. એન. વાડીઆ લખે છે : 'પૃથ્વીનાં એ જૂનામાં જૂનાં કવચની ઉત્પત્તિ શી રીતે થઈ હશે એ નક્કી કરી શકાયું' તથી પરંતુ નીચે જણાવેલી માન્યતાઓને કારણજૂત ગણવામાં આવી છે .

(૧) વાયુ અથવા પ્રવાહી સ્થિતિમાંથી રૂપાંતર પામીને બધાપેલા ધનપડને આર્કિયન ખડકો ગણી શકાય, (૨) વળી કેટલાકાનું માનવું છે કે તે વખતના સમુદ્રમાં દ્વાવના કરતાં જુલુજ નાનાવરણુની અસરથી જે જલકૃત ખડકો બધામાં હતાં તેઓએ વિકૃત દશા ધારણ કરીને આર્કિયન ખડકોને જન્મ આપ્યો હશે, (૩) વળી એમ પણ કહેવાય છે કે આખો ખડકોનું જ કૃત વિકૃત દશામાં રૂપાંતર થયું છે. આર્કિયન ખડકોની ઉત્પત્તિ ગમે તે રીતે થઈ હોય પરંતુ એ બધાં

ખડકો દુનિયાના દરેક ભાગમાં વિકૃત દશા પામેલા છે એ દવે તદ્દત નિર્વિવાદ છે. અને એ ખડકોમાં કયાંય પણ તે સમયના અવશેષના કોઈ પણ ચિહ્ન જોવામાં નથી. આનાં બે કારણ આપવામાં આવ્યાં છે : (૧) કાં તો તે સમયમાં પ્રાણી કે વનસ્પતિકુલ જીવ પૃથ્વીના પૃથ ઉપર જન્મ્યો નહિ હોય; અથવા તો (૨) જે કાષ્ટ પણ વનસ્પતિ-પ્રાણીકુલ અવશેષો રહ્યા હોય તેનો તે ખડકોની વિકૃત દશા થતાં સદંતર નાશ થયો છે. અને આ બીજી માન્યતા વધારે પ્રચલિત બની છે; કારણ કે પ્રાચીન તેમ પહેલવહેલા અવશેષ જે ઇગ્નિયનયુગનાં ખડકમાં આપણને મળે છે એ બિલકુલ અતુલ્ય દશામાં નહિ, પણ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલી અવસ્થામાં મળે છે.

આર્કિયનયુગનાં ખડકો બધાં વિકૃત ખડકો જ છે અને જ્યાંજ્યાં એ જણાયાં છે ત્યાંયાં તેને વિભાગનાં નામો તેને આપવામાં આવ્યાં છે, જેવાં કે બગાળા નાઇસ, બુદેલખંડ નાઇસ, દ્વીપ-કલ્પાત્મક નાઇસ, આર્નોકાઇટસ, વગેરે. એમાં નાઇસ એનીટ, આર્નોકાઇટસ, સાયેનાઇટ, અનોથોસાઇટ, મન્યુલાઇટસ, માખેલ, કેલ્કનાઇસ, વગેરે, ખડકોનો સમાવેશ થાય છે.

ધારવાંડબ્ધ :

આ યુગનાં ખડકો આર્કિયન નાઇસને ધણાં માગનાં આવે છે અને લગભગ એ જ યુગનાં હોય એમ લાગે છે. પૃથ્વીના ભૂકવચ-માં પહેલવહેલા અસ્તિત્વમાં આવેલા ખાડઓ (સમુદ્ર)માં ભરાયેલાં પ્રાણીમાં એ ખડકો બધાંયાં હતાં અને તેથી એ જલકૃત ખડકોમાંથી ઉદ્ભવ્યા હોવાનું મનાય છે. એમાં મળતાં ખડકોમાં સ્ફેટ, હોર્નબ્લેન્ડ અને ક્લોરાઇટ સીસ્ટ, ક્વર્ટ્ઝાઇટ, ચૂણપાથાણ, આદિ મુખ્ય છે. ધારવાડમાં આ ખડકોના અનાવૃત અંશ ધણું સારા પ્રમાણમાં મળે છે. તે ઉપરાંત રાજપૂતાનામાં અરવલ્લીપર્વતો પણ એના જ બન્યા છે. અને મહીસર રાજ્ય, મધ્ય પ્રતિ અને છોટા નાગપુરમાં પણ

મળ્યા છે. આ ખડકોમાં જણાતી કવોર્ટ્ઝની સિરામાં સોનાનો જથ્થો ઠીકઠીક પડેલો છે, જેમાંથી સોના જેવી ધાતુ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. કાલરની સોનાની ખાણો પણ આ જ યુગનાં ખડકોમાં મળી છે.

ખીજી ધણી ઉપયોગી ધાતુઓ પણ આ યુગનાં ખડકોમાંથી મળી શકી છે. આ યુગનાં ખડકોમાંથી સેલુ', મેંગેનીઝ, લોખંડ, તાંબુ', ટંગ્સ્ટન અને સીસા જેવી ધાતુઓ મોટા પ્રમાણમાં મળે છે. મોગસ પાદશાહોનાં જગત્રસિદ્ધ મહાસયો અને મહેસાતેના પાલિકામર્મ વપરાયેલા સુંદર આરસપદ્માણના પથ્થરો—જેવા કે મેકારાના માખંસ—આ યુગનાં ખડકોએ જ પૂરા પાડ્યા છે.

એપાઈઝીઅન ક્રમભંગ :

ધારવાડવ્યૂહ પછી પદ્માયેસાં ખડકો જે કઠાર્પા અને વિખ્ખવ્યૂહ નામે ઓળખાય છે એ બધાં ખડકોનો પુરાણા વિભાગમાં સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. મળેલી વિમતો પરથી એમ માલુમ પડે છે કે ધારવાડવ્યૂહનાં ખડકો પદ્માય પછી હિંદુસ્તાનનું ભૂવચ્ચ ધણી ભયંકર ઉલ્કાપાતોને અધીન પતી ગયું હતું; અને તેમાં મોટી પર્વતમાળાઓનો જન્મ થયો હતો અને તે પછી પાછો તેનો વિખ્ખંસ પણ થયો હતો. પુરાણા વિભાગનાં જૂનામાં જૂનાં ખડકોનું પદ્માય અપાવરણુદશાવાળા ધારવાડયુગનાં ખડકો પર થયું હતું. કોઈ પણ શ્રવણીય વિનાનાં આ ખડકોમાં સ્ફેટ, કવોર્ટ્ઝાદિ રેતીપાવાણુ, અને ચૂર્ણપાવાણુ અરવલ્લીની પર્વતમાળામાં, મદ્રાસમાં કઠાર્પાના વિસ્તારમાં અને મધ્ય હિંદુસ્તાનના વિખ્ખપર્વતોમાં ખાસ નજરે પડે છે. આ ક્રમ આમળ આપવામાં આવેલા કોદામાં ખતાવવામાં આવ્યો છે.

કઠાર્પાવ્યૂહકાળ સુધી તો હિંદમાં કોઈ પણ પ્રણી કે વનરપતિ-કુલમાત્રનો જન્મ થયો હોય એમ લાગતું નથી. ફક્ત વિખ્ખયુગમાં એના ઝાંખોઝાંખો ચિહ્નો નજરે પડે છે અને તેની પછીના

કેમ્બ્રિયનયુગમાં તેા જીવાશેષ ધણા જ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલી દશામાં અને મોટા પ્રમાણમાં મળે છે. આ ઉપરથી એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે કે જીવમાત્રનો ઉપકાળ વિંધ્યયુગ કે કદાચ તે પહેલના પશુ હોય.

ધણા જ સુંદર અને સખ્ત બાધકામમાં ઉપયોગમાં લેવાતા પથ્થરો વિંધ્યયુગની વિશિષ્ટતા છે. જગત્પ્રસિદ્ધ થયેલા હિંદુસ્તાનના 'ગોલકોંડાનાં' હીરા પશુ વિંધ્યયુગના એક કોએમરેટનાં ઘરમાંથી મળ્યાં છે. ધારવાડયુગના અંતકાળમાં જન્મ પામેલા આરાવલિપર્વતો જે ગુજરાતથી માંડીને હિમાલય સુધી લંબાયા હતા તે પશુ પેલીઓઝોઇક અને મેસોઝોઇકયુગની ભૂગોળમાં અગત્યનું સ્થાન ભોગવતા હતા.

પેલીઓઝોઇક વિભાગકાળ

પુરાણા વિભાગકાળ પછી જે દ્રાવીડી વિભાગની ગણતરી કરવામાં આવી છે એ દ્રાવીડી વિભાગના એક પશુ ખડકનાં ચિહ્ન દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં મળતાં નથી. દ્વીપકલ્પનું ભૂકવચ આ કાળે નૈસર્ગિક નાશકારક ક્રિયાઓને આધીન રહ્યું હતું અને કોઇ પણ જાતના ખડકોનું બંધારણ થયું હતું નહિ. કેમ્બ્રિયનથી માંડીને ઉપલા કાર્બોનિફેરસકાળ સુધી દ્વીપકલ્પ પ્રદેશની આ દશા રહી હતી, જે દ્વીપકલ્પના ભૂરતરકગમાં એક ખોવાયેલી સાંકળની કડી તરીકે જ રહે છે. પરંતુ કુગરાળ પ્રદેશમાં વસ્તુસ્થિતિ તદ્દન બુદ્ધિ જ હતી. હિમાલયપર્વતને સ્થાને અસ્તિત્વ ભોગવતા સમુદ્રમાં જલકૃત ખડકોનું નિર્માણ ચાલુ હતું અને તેથી કાશ્મીર અને સ્પીટીમાં આપણને કેમ્બ્રિયન, આરકેવીશિયન, ડેવોનિયન અને કાર્બોનિફેરસયુગનાં ખડકો આજે જોવા મળે છે.

દ્રાવીડી વિભાગ યુગના અંતકાળની હિંદની ભૂગોલ

દ્રાવીડીયુગના અંતમાં હિંદુ બૃહવ્ય ફરીને એકવાર ભયંકર ઉલ્કાપાતોની અસર હેઠળ આવ્યું. આ કાળે હિંદુસ્તાનમાં હિમયુગ પણ પ્રવર્તેલો હતો. એનાં ચિહ્નો પણ બોહર યર અને કૅલ્કેમરેટમાં જળવાયાં છે. આજના હિમાલયના રચાને વિસ્તરેલો ટાપધીઝ નામનો મહાસાગર વધારે જોડે જતો હતો અને હજારાથી આસામ સુધી એ સમુદ્રનાં પાણીની ઊંચાઈ હતી. ઊપલા કાળેનિરસ-કાલથી માંડીને તે ઇઓસીનકાળ સુધીનાં ખડકો આ સમુદ્રમાં ખંધાયાં જે ખંધાને આખું વિભાગમાં સૂકાઈ આવ્યાં છે.

દ્રાવીડીયુગના અંતકાળમાં દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં કોક જુદા જ પ્રકારના ઉલ્કાપાતો આવી રહ્યા હતા, એને લઇને એના બૃહવ્યમાં ચીરા પડતાં કેટલાક મોટા ખાડાઓનો ઉદ્ભવ થયો હતો. આ ખાડાઓમાં આસપાસનાં નદીનાળાંના વહેણમાં આવતો કાંપ પડીને જલકૃત ખડકો ખંધાતાં હતાં.

ગોંડવાપદ્ધતિ

નમદાનદીની દક્ષિણે ગોંડ નામના પ્રદેશમાં દ્વીપકલ્પમાં આ ખાડાઓ અસ્તિત્વમાં આવ્યા હતા અને એની અંદર નદીઓનો કાંપ અને તેની સાથે તે કાળનાં વનસ્પતિપ્રાણીકુલના અવશેષોને સંમિશ્રિત થતો હતો. જળમય ક્રિયાથી ખંધાયેલાં એ જલકૃત ખડકો આજે ગોંડવાબૂદને નામે ઓળખાય છે. દામોદર, મદા, ગોદાવરી એ નદીઓની ખીણોમાં અને સાતપુડાનાં પર્વતોમાં આ ખડકો મળ્યાં છે. ૨૦ થી ૮૦ ફૂટ જાડ કોલસાનાં યર ગોંડવાના બૂદના નીચલા ભાગમાં મળે છે જે તે કાળના મધ્ય હિંદમાં વિક્ષિપ્તેલાં ધાડાં જંગલો હતાં તેના સૂચનરૂપે છે. એ કાળનો હિમયુગ પણ હિંદના દ્વીપકલ્પપ્રદેશ પર લગભગ ૨૦ ° અક્ષાંશ સુધી વિસ્તરેલો હતો જેનાં ચિહ્નો એનાં નીચલા બોહરધરમાં મળે છે.

જૂનો હિંદઆફ્રિકા ખંડ

આ જ સમયમાં આવી જ જાતના નદીના કાંધથી ઉપાર્થત થયેલાં જલકૃત ખડકો ઓસ્ટ્રેલીયા, માડાગસ્કર, અને દક્ષિણ આફ્રિકામાં પણ બધાં જગ્યાએ જતાં હતાં. આજે આ દેશોનાં એ કાળનાં યરે-મીથી મળતા ઇયુરીડીઝમાં અને ઉરગ પ્રાણીના અવશેષો તપાસતાં એવી માન્યતા બધાં જ છે કે હિંદુસ્તાન, આફ્રિકા (પેટાગોનીયા) ઓસ્ટ્રેલીયા એકબીજા સાથે તે કાળે જમીનથી જોડાયેલા હોવા જોઈએ અને આજના હિંદી મહાસાગરને સ્થાને તે કાળે જમીન જ હોવી જોઈએ. હિંદુસ્તાન, ઓસ્ટ્રેલીયા અને આફ્રિકાના જોડાયેલા પ્રદેશને ગોંડવાના પ્રદેશનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. ગોંડવાના પ્રદેશની ઉત્તરની હદ તે હિમાલય મહાસાગર-દાંધીઝનો કઠો હતો. ચીનના નૈઋત્ય ખૂણાથી માંડીને તે હાલના ભૂમધ્યસમુદ્ર સુધી એ વિસ્તરેલો હતો.

હંગરાળ પ્રદેશમાં પ્રવર્તેલા સમુદ્રનો કાળ

દ્વીપકલ્પમાં ગોંડવાના પ્રદેશનાં ખડકોમાં જમીન પર વસતાં પ્રાણી, વનસ્પતિકુલોનો સંગ્રહ થતો હતો ત્યારે કુચરાળા પ્રદેશમાં દાંધીઝ મહાસાગરમાં બધાં જગ્યાએ જલકૃત ખડકો તે કાળના સામુદ્રિક જીવાશેષોને સંધરતાં હતાં. સાલ્ટરેન્જમાં પર્મે-કાર્બોનિફેરસ અને પર્મિયન યુગનાં ખડકો ધણી જ સંપૂર્ણ દર્યામાં જળવાયેલાં મળે છે, જેની અંદરથી ઇયુરીડીઝમાં, ગંગામોપટેરીસ ઓસોપટેરીસ જેવા અવશેષો મળ્યા છે. આ અવશેષો એ ખડકોનું યુગાન્તર સ્થાપવાને માટે ધણા ઉપયોગી જણાયા છે. ધીમેધીમે જોડા જતા દાંધીઝ મહાસાગરમાં માટીપાણી અને ચૂર્ણપાણીનાં ધણાં ભડાં યરે બધાં જ છે જેનું યુગાન્તર પર્મિયન, ક્રિયાસ, જુરાસિક અને ક્રિટેસિયસયુગમાં ગણવામાં આવ્યું છે.

સમુદ્રજલ આક્રમણ

આય વિભાગના અન્તરગાળા દરમિયાન હિંદ દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં કોઈ ખીણ જ પ્રવૃત્તિ ચાલી રહી હતી. ગોડવાલની સમાપ્તિ પાદ જ્યુરાસિક અને ક્રિટેશિયસ યુગમાં હિંદ કે આફ્રિકા ખંડમાં ટાઇપીક મહાસાગરના ફાટા પહોંચી ગયા હતા. આવો એક ફાટો કચ્છના પ્રદેશને બીજીની રચો હતો જેની અસર હેઠળ લગભગ ૬૦૦૦ ફૂટ જેટલા જાડા ખડકોના ઘર બંધાયા હતાં. આ સમુદ્રનો ફાટો ઇશાનમાં રાજપૂતાનામાં જેસલમેર સુધી પહોંચ્યો હતો. આ જ પ્રમાણે ત્રિચીનોપક્ષીનો કઠિા પણ સમુદ્રનાં પાણીની અસર હેઠળ રચો હતો જેની અંદર લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જાડા રેતીપાથણ અને માટીપાથણનાં ઘર બંધાયા હતાં. નર્મદા અને આસામની ખીણમાં પણ આવી જ રીતે ક્રિટેશિયસ યુગમાં જલકૃત ખડકો બંધાયા હતાં. નર્મદાની ખીણમાંનાં ખડકો સાગરનાં ઘરોને નામે ઓળખાય છે. લેમેટાનાં ઘર પણ આ જ કાળનાં ગણાય છે.

દક્ષિણ સપાટ પ્રદેશનો જલાલામુખીકાલ, લાવા આક્રમણ

ક્રિટેશિયસયુગના અંતમાં દ્વીપકલ્પના ભૂકવયે જે ભયંકર અને મહત્વના ઉલ્કાપાતો અનુભવ્યા તેને પરિણામે દ્વીપકલ્પના ધણા મોટા ભાગનું ભૂકવય અંદરથી નીકળેલા લાવાથી આગ્રહિત થઈ ગયું. લાંબો માઈલના વિસ્તાર પર પથરાયેલા આ લાવાએ આજના દક્ષિણની અધિત્યકા (સપાટ ખર્ત) અને ટેકરીઓને જન્મ આપ્યો છે જેની અંદર સાથેસાથે જલકૃત ખડકો પણ બંધાયેલાં મળે છે. અન્તરગાળે બંધાયેલાં આ જલકૃત ખડકોમાં તે કાળનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિકુલનાં જેવાં કે જાડનાં ઝાડ, દેડકાં, મીન અને ઉરગપ્રાણીનાં અવશેષો મળે છે જે તે કાળનાં હિતદાતાના ઊંકણનાં ધણું સારું મોર્ગેશન કરાવે છે.

દક્ષિણ દ્રેપનો બધારણકાળ એ ટરશિવરીયુગનો ઉપકાળ પણ ગણી શકાય. એ કાળે હિંદુસ્તાનની ભૂગોલમાં ધણા મહત્વના ફેરફારો થયા. ગાંડવાના પ્રદેશના તૂટીને ભાગલા પડતાં આઝના-જૂના આફ્રિકા; હિંદુસ્તાન અને ઑસ્ટ્રેલીઆખંડો અસ્તિત્વમાં આવ્યા અને ટાઇપીઝ મહાસાગરમાં બધાયેલાં જલકૃત ખંડોમાં આજની દુનિયાના સૌથી જિંદા હિમાલયપર્વતો ઊભા થયા. સિંધનો અખાત તે કાળે કચ્છમાં થઇ પંજબ, સીમલા અને નેપાલ સુધી લંબાયો હતો. પૂર્વમાં આસામ અને બ્રહ્મદેશના અખાતોને આરાકાનયોમાનાપર્વતો જુદા પાડતા હતા. ગંગાનદીવાળો પ્રદેશ પણ તે કાળે ઉત્તરમાં સિંધ અખાત તરફ દળાણ લેતો ખડકવાળો પ્રદેશ હતો.

ટરશિવરીયુગનો આખો ભૂસ્તરઇતિહાસ આ બે અખાતોમાં જળવાયો છે. આ બંને અખાતો અદસ્ય થવા સાથે એમની જગાએ સિંધુ અને ગંગાબ્રહ્મપુત્રાના જલમવાહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા. ઊપલા ક્રિટેશિયસયુગથી માંડીને ઊપલા પ્લાયોસીન સુધીનો આખો ભૂસ્તરક્રમ સિંધની ટેકરીઓમાં આજે આપણને જોવા મળે છે.

શિવાલિકબૂદનાં થરોને પણ ઊપલા ટરશિવરીયુગનાં ધણાં અગત્યનાં ખડકો તરીકે ગણાવી શકાય, કારણ કે એ ખડકો અવશેષથી જરૂર માલૂમ પડ્યાં છે. નદીનાળામાં બધાયેલાં લગભગ ૧૬૦૦૦ ફૂટ જેટલાં ઝડા થરવાળા આ રેતીપાવાણુ, કોંચોમરેટ, આદિ ખડકો સિંધથી માંડી પંજબમાં થઇ નેપાલ અને આસામ સુધી પહોંચે છે. નવા બધાયેલા હિમાલયપર્વતોમાંથી વહેતી નદીઓએ આ ખડકોને જન્મ આપ્યો હોવાનું કહેવાય છે. આજની સિંધુ, ગંગા, બ્રહ્મપુત્રા એ ત્રણે નદીઓનો કાંપ સિંધના અખાતમાં એકઠો થતો હતો. સરખ. પારકોએ નદીનું નામ ઇંડોલનદી આપ્યું છે. એ કાળની નાશ પામેલી પ્રાણીજાતિઓના જેવી કે હાથી, ચીંટ, રહાઇનેલીરોસ, જિરાફ, કુચ્છર, વાંદરા, હરણ, ઊંટ, અને

માંસભક્ષી પ્રાણીઓના અવશેષો શિવાલિકબૃહદનાં ઘરોમાં પુષ્કળ મળે છે અને એને માટે શિવાલિકબૃહદ ધણો જાણીતો થયો છે.

કવોટરનરી વિભાગનો હિમયુગ

દુનિયાના બીજા ભાગોમાં 'યુ' તેમ હિંદુસ્તાનમાં પણ શિવાલિકયુગની સમાપ્તિ થતાં હિમાલયપ્રદેશમાં હિમયુગનાં મંડાણ થયાં જે ૩૦૦ અર્ધાંશ સુધી પ્રવર્તેલો હતો. હિંદુસ્તાનના બાકીના પ્રદેશમાં સખ્ત ઠંડક અને વરસાદનું વાતાવરણ પ્રવર્તેલું હતું એને લઇને દીપકલ્પનાં પ્રાણીવનસ્પતિકુલોમાં પણ ફેરફારો થયેલા માન્ય પડે છે.

(સિંધુગંગાપ્રદેશવાળી ખીણનો જન્મ ને તેનું થયેલું પૂરાણ

ઉદ્ભાપાતોએ અને સંદોભોએ હિમાલયપર્વતોને જન્મ આપ્યો તેમ જ હિમાલયના તટ આગળ એક મોટી જંબરદસ્ત જાડી ખીણને અસ્તિત્વમાં આણી. કેમુર, વિંધ્યા અને ઉત્તરના પર્વતોની વચ્ચે પડેલી આ ખીણમાં ઇંઓસીનમળે સમુદ્રનો એક ફાટો રહ્યો હતો. એનાં ચિદ્ર નેનીતાલથી કાલાચીતાટકરી સુધી મળતા ચૂર્ણ-પાપાણનાં ઘરોમાં મળી આવે છે. વખત જતાં આ સમુદ્ર અદ્વય થયો અને એની જગાએ ઉપર જોઈ ગયા એ ઇંડોબ્રહ્મનદી વહેવા માંડી. આસામથી શરૂ કરી પંજાબના વાયવ્ય ખૂણામાં જઈ ત્યાંથી ફરીને દક્ષિણમાં સિંધના અખાતને એ મળતી હતી. મધ્યપ્લેસ્ટોસીન કાળે ભૂકંપમાં થયેલા ભૂકંપ, ઉદ્ભાપાત, વગેરેએ આ ઇંડોબ્રહ્મનદીને ત્રણ જુદા ભાગમાં વહેતી દીધી અને એ રીતે આજની સિંધુ, ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રાનદીઓનો જન્મ થયો. આ નદીઓના કાંપથી પંજાબ, સંયુક્તપ્રાંતો, પિહાર અને બંગાળા આગળની ખીણો અથવા ખાડો ભરાઈ જઈને આજનો સિંધુગંગાનો પ્રદેશ અસ્તિત્વમાં આવ્યો. એ પ્રદેશની જાંઝઈ લગભગ ૬૫૦૦ ફૂટથી ૧૫૦૦૦ ફૂટ જેટલી કંપવામાં આવે છે. હિંદના મુખ્ય ભૂકંપો પણ આ પ્રદેશની ઉત્તરમાં થયા છે.

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનાની આછી રૂપરેખા પછી હવે આપણે ગુજરાતની ભૂમિરચના તપાસીશું.

પ્રકરણ ૧૪

ગુજરાતની ભૂમિરચના

હિંદની ભૂસ્તરરચના અને તેની હાલની ભૂપૃષ્ઠ સ્થિતિ વચ્ચે એટલો ખેડો ધાડો સંબંધ જણાયો છે કે એની ભૂસ્તરરચના જાણ્યા પહેલાં ભૂપૃષ્ઠની સ્થિતિ વિષેનું જ્ઞાન મેગવવું આવશ્યક છે. આખા હિંદુસ્તાનદેશને ભૂરચનાની દૃષ્ટિએ નીચાણતા એ ત્રણ ભાગમાં વહેંચાઈ ગયો છે; અને એ ત્રણ ભાગની ભૂપૃષ્ઠ અને ભૂસ્તરરચના એક ખંડની ખીજાથી તદ્દન નિરાળી અને પોતપોતાની વિસિદ્ધતાવાળી જણાઈ છે. એ ત્રણ વિભાગો નીચે પ્રમાણે છે :

(૧) ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશ અને સિંદલદ્વીપ.

(૨) પૂર્વ, પશ્ચિમ અને ઉત્તર હિંદુસ્તાનની હદ ખાધેલો અરધાનિસ્તાન, બલુચિસ્તાન અને અફઘાનિસ્તાન કુંગરાણો પ્રદેશ.

(૩) પંજાબ અને ખંગાળાનો સિંધુગંગાનો સપાટ કાંપવાળો પ્રદેશ. આ પ્રદેશ સિંધમાં સિંધુનદીના તટથી લંબાઈને આસામમાં અસપ્તગિરીનદીના તટ સુધી પહોંચ્યો છે અને ઉપર વર્ણવેલા બન્ને પ્રદેશને એકખીજાથી જુદા પાડે છે.

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચના વિષેના પ્રકરણમાં આ દરેક વિભાગની મુખ્યમુખ્ય વિસિદ્ધતાઓનો નિર્દેશ થયો છે. આ પ્રકરણમાં

આપણે ગુજરાતની ભૂમિરચનાનો પરિચય કરવાનો છે. એ ગુજરાત પ્રદેશ હિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કિનારે આવેલો ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પનો એક ભાગ છે અને જેને ભૂવિધ્યક પરિવર્તનો દ્વીપકલ્પમાં ભૂતકાળમાં થયા છે તે જ પરિવર્તનોએ ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના ઉપર પણ અસર નીપજાવી છે.

ગુજરાતનાં રણ

ગુજરાતના રણપ્રદેશોમાં તો ફક્ત કચ્છનું રણ જ ગણાવી શકાય. છતાં રાજપૂતાનાના રણનો પણ અહીં નિર્દેશ કરવામાં આવ્યો છે. રાજપૂતાનાના રણને દ્વીપકલ્પપ્રદેશ લેએ લેવો કે એને કુંગરાળા પ્રદેશ તરીકે ગણવો એ વિષેની આશંકા તો રહે છે જ. દ્વીપકલ્પની માફક રાજપૂતાનાના રણપ્રદેશમાં પણ આંતરક્ષોભાએ એના બાહ્યકવચમાં એટલાં ઓછાં, બહુ નહિ જેવાં પરિવર્તન આવ્યાં છે કે એ ભાગને સહેવાઈથી દ્વીપકલ્પ તરીકે લેખી શકાય. વળી, એ પ્રદેશમાં મળતા મેસોઝોઇક અને કેમ્બ્રીયોઝિકયુગના અવશેષવાળાં સામુદ્રિક જલકૃત ખડકો ઉપર જણાવેલા કુંગરાળા પ્રદેશ સાથે સંબંધ બતાવે છે. આ પ્રમાણે ધણો નીચો રાજપૂતાનાનો રણપ્રદેશ દ્વીપકલ્પ અને કુંગરાળા એમ બંને પ્રદેશોની વિશિષ્ટતાઓ સાથે એટલું બધું સામ્ય દેખાડે છે કે એને એ બે વિભાગમાંથી કયા વિભાગમાં મૂકવો એ મુશ્કેલ થઈ પડ્યું છે.

હિંદુસ્તાનના નૈઋત્ય ખૂણામાંથી વાતા બેજનનાળા વાયુ આ પ્રદેશ ઉપર ઘસતે જાય છે છતાં એનો માર્ગ રોકી શકે તેવી આડી, મોટી પર્વતમાળાના અલાવડે લઇને એ સીધા ચાલ્યા જાય છે અને તેથી કરીને રાજપૂતાનાનો પ્રદેશ જળ વિનાનો સૂકો પ્રદેશ રહ્યો છે. વળી, પશ્ચિમ દિશામાંથી વાતા પવનો સમુદ્રકિનારેથી અને સિંધુનદીના તટ પરથી તેમ જ કચ્છના રણમાંથી રેતીદ્રવ્ય ધસડી લાવે છે અને અહીં કોઈ પણ જાતનાં પાણીનાં વહેણોને અલાવે દિવસેદિવસે રેતીદ્રવ્ય વધતું જાય છે. ઉચ્ચકટિબંધમાં પડેલા આ પ્રદેશની

અતિશય સૂકી આબોહવાને લાગે એના આસપાસના વિસ્તારમાંના ખંડકો
ભૌતિક અપક્ષયને કારણે ખર્ચા જતા રહે છે. એ રીતે ઉત્પન્ન
થતું રેતીદ્રવ્ય પણ અહીં જમા થાય છે અને આ પ્રદેશને વધારે
અને વધારે રેતાળ બનાવે છે. રાજપૂતાનાના કેટલાક ભાગોમાં
દિવસ અને રાતના ઉષ્મામાનમાં ૧૦૦ ° ફે. જેટલો તફાવત થોડા
કલાકમાં પડી જાય છે, એટલું જ નહિ પણ દરેક ઋતુના હવામાનમાં
પણ મોટા ફેરફાર થાય છે એમ જણાયું છે.

આજે ■ તેમ સિંધુનદીના પ્રવાહ અને દ્વીપકલ્પની વચ્ચેનો
પ્રદેશ અતિપ્રાચીન કાળમાં રણપ્રદેશ નહોતો, પરંતુ એ વિસ્તારમાં
મળતાં સૂકાઈ ગયેલાં, જળવિહોણાં નદી, નાળાંનાં ચિહ્નો પરથી
એમ માનવામાં આવે છે કે કોઇક કાળે એ પ્રદેશ દ્વિપ રૂપ હોવો
જોઇએ અને કાળક્રમે એ રેતાળ બન્યો હોવો જોઇએ. કચ્છના
રણપ્રદેશની ભૂતકાળની આબોહવાનાં ચિહ્નો પણ સિંધુનદીના ઠકમદ્વીપમાં
થઇને એક વખત વહેતાં પણ આજે સૂકાઈ ગયેલાં વહેણોમાં જોઇ શકાય
છે. રાજપૂતાનાનાં કેટલાંક શહેરોની આસપાસની જમીન ધણી દ્વિપ રૂપ
હોવાને લાગે એટલે જોવામાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. સિંધમાં આવેલા
રણપ્રદેશનો ભાગ બિલકુલ સપાટ અને રેતાળ છે પણ ચરના રણપ્રદેશમાં
જોમીનીચી ટેકરીઓની જમાવટ થયેલી દેખાય છે.

પિલગેરટોસીનયુગમાં પાણી કવચમાં થયેલાં પરિવર્તનોને
પરિણામે કચ્છનું રણ અસ્તિત્વમાં આવ્યું અને તે પણ સિંધુ, ગંગા-
પ્રદેશનો જ એક ભાગ છે. વર્ષના કેટલાક મહિના એ બિલકુલ સૂકો,
સમુદ્રપૃષ્ઠની સપાટીથી નીચો, જમીનનો વિસ્તાર દેખાય છે, અને
જમીન ખારથી તદન ખદબદી રહે છે. પાકીના મહિનાઓમાં એ
બધા પ્રદેશ ઉપર પાણી ફરી વળે છે. કોઇ કાળે અરબી સમુદ્રનાં
પાણી અહીં અંદર સુધી આવતાં હતાં; પણ પાછળથી પૂર્વ અને
મંશાનમાંથી વહી આવતી નદીઓના કાંપથી લગભગ ત્રણ એ જમીન

પ્રદેશ બન્યો હોવાનું કહેવાય છે. કચ્છકાઠિઆવાડનો પ્રદેશ એટલે
બધો નીચો છે કે હવે એનું શૂષ્ક સહેજ પણ નીચે જતાં એટરૂપમાં
ફેરવાઈ જવાનો ધણો સંભવ રહે છે. અને જો નીચે નહિ જાય તો
પછી બુદીબુદી નદીઓમાં ધસડાઈ આવતા કાંપથી પૂરાઈ જઈ
જાયો બની જઈ ગુજરાતની ફળદ્રુપ જમીનની જેમ ખેડાણ લાયક
ફળદ્રુપ જમીન બની રહેશે એમ મનાય છે.

ગુજરાતના પર્વતો : ગુજરાતના પર્વતોની નામાવલિમાં
આરાવલિ, વિંધ્ય, સાતપુડા અને સલાદ્રિ ખાસ ગણાવી શકાય. તે
ઉપરાંત આબુ, ગિરનાર, આરાસર, પાવાગઢ વગેરે કુંગરો પણ ઉત્તર
અને પૂર્વ પશ્ચિમ ગુજરાતમાં જણીતા છે.

પર્વતોની ઉત્પત્તિ બે રીતે સંભવે છે : વધારે કંજ્યાશવાળી
જમીનની આસપાસની નરમ જમીન નૈસર્ગિક બળોથી ખવાઈ જાય
ત્યારે પેલી કંજ્ય જમીન કાળક્રમે પર્વત તરીકે ઊંચી ઊંચી રહેતી
જણાય છે. ખરું જોતાં તો એ જિયા જમીનના ટૂંકકા જ લેખી
શકાય. આવી રીતે ઉત્પન્ન થયેલા પર્વતો પરિતપ્તપાવરણથી
જન્મેલા પર્વતો કહેવાય છે. વળી, ભૂગર્ભમાં ચાલી રહેલા ઉત્પાતોને
લઇને કેટલીક વખત ખાણ કવચનાં પડો વળાંક ખાણખાણને જોયે
અને જોયે આવે અને પર્વતરૂપ ધારણ કરે છે. આ બીજી
જાતના પર્વતોને વૈજ્ઞાનિકો સંક્ષોભજન્ય પર્વતો તરીકે ઓળખે છે.
એવી સંક્ષોભજન્ય પર્વતમાળા દ્વીપકલ્પ અને ખાસ કરીને
ગુજરાતમાં ફક્ત એક જ છે અને તે આરાવલિની પર્વતમાળા.
ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ આરાવલિના પર્વતોને સૌથી જૂના
ગણવામાં આવે છે. ધારવાડયુગના અંતમાં દ્વીપકલ્પના ખાણ
કવચમાં થયેલા ધણા જ ભગંકરે ઉત્પાતો અને બિયલપાયલોને
અંગે આરાવલીપર્વતો અસ્તિત્વમાં આવવાનું કહેવાય છે. ચેલીયોઝોઇક
અને મેસોઝોઇકકાળમાં એ પર્વતો દક્ષિણથી માંડી ઉત્તરમાં

હિંદુસ્તાનની ઉત્તર સરહદથી પણ આગળ પહોંચ્યાનું ધારવામાં આવે છે. કાળક્રમે આજે તો એનાં મૂળ જ બહાર દેખાતા રહ્યાં છે અને ઉત્તરદક્ષિણ સંબંધ પણ ધણી દૂંડી થઈ ગયું છે. તે કાળે આ પર્વતો એટલા બધા જોયા હશે કે આજના હિમાલયની માફક એ પર્વતો પર પણ ખારે માસ હિમ રહેતું હશે અને એની ઉપરથી હિમપ્રવાહો પણ ફરેક દિશામાં જોતરતા હતા.

વિંધ્ય અને સાતપુડાના પર્વતો

લગભગ ૨૫૦૦ થી ૪૦૦૦ ફૂટ જોયા વિંધ્યપર્વતો ગંગાના સપાટ પ્રદેશની દક્ષિણથી ધીમેધીમે જોયા થઈ લગભગ મધ્ય હિંદુસ્તાનના ઇંદોર, બોપાલ જુદેલખંડ વગેરે આગળના વિસ્તારોમાં પથરાય છે. આ ભાગના દક્ષિણના પર્વતો વિંધ્યપર્વતોને નામે ઓળખાય છે જ્યારે એનો પૂર્વ ભાગ કૈમુરની ગિરિમાળા તરીકે ઓળખીતો છે. ધણી જૂના કાળના “વિંધ્યયુગ”ના જલકૃત રેતીપાથ-માંથી “વિંધ્યપર્વતો”નો જન્મ થયો છે.

સાતપુડાપર્વતોનાં ખડકોમાં ત્રણ જુદાજુદા યુગનાં ખડકો જોવામાં આવે છે સૌથી જૂના એનીટાઇડ અને “ગ્રીન” વિકૃત ખડકો ઉપર મેસોઝોઇકકાળના જલકૃત રેતીપાથો પડ્યા છે જેને ક્રિટેશિયસ-યુગમાં પૃથ્વીના પેટાળમાંથી નીકળેલા દક્ષિણ ટ્રેપ નામના લાવાએ ઢાંકી દીધા છે. સાત જુદીજુદી દારના બનેલા આ પર્વતો રેવામાંતમાં શરૂ થઈ, નર્મદાતટની દક્ષિણે થઈ, પશ્ચિમમાં રાજપીપળાના કુંભરોમાં થઈ સહ્યપર્વતોને મળે છે. કેટલીક જગાએ સાતપુડાપર્વતોનાં ખડકોએ આંતર ઉપાધિઓને લઇને વળાંક લીધો હોય એમ જણાય છે અને અરવલ્લીની માફક એ પણ સંદોભજન્ય પર્વતો હોય એમ માનવાને કારણ મળે છે. લગભગ પૂર્વપશ્ચિમમાં પથરાતા વિંધ્ય અને સાતપુડાના પર્વતો આ પ્રમાણે મધ્ય હિંદુસ્તાનની કરોડ બની રહે છે.

સહ્યાદ્રિ : લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલો ઊંચો પહોંચતા આ પર્વતો દિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કક્ષા પર કિનારાને સમાંતરે ઉત્તર-દક્ષિણે પથરાયા છે અને ગુજરાતના કેટલાક ભાગો ઉપર એમની આણુ વર્તવિ છે. ક્રિટેશિયસયુગમાં ખદ્ધર આવેલા લાવાનાં ખડકોમાંથી આ પર્વતો બન્યા છે. દ્વરથી દેખાતાં એનાં લાક્ષણિક પર્ગાધ્યાને રોકા આકારનું બધારણુ લાંબા કાળના ભૌતિક અપક્ષયના પરિણામરૂપ છે. કેટલાંક કારણોને લઇને એમ માનવામાં આવે છે કે એક કાળે સહ્યાદ્રિ પશ્ચિમમાં હજી ઘણું દૂર સુધી પથરાયા હતા, પરંતુ બાહ્ય કવચમાં ચાલી રહેલા આંતરક્ષોભોએ પશ્ચિમ ભાગની જમીનને અરબીસમુદ્રનાં પાણી નીચે ઢાંકી દીધી અને તેની સાથે સહ્યાદ્રિનો પણ કેટલોક ભાગ અદૃશ્ય થયો.

ગુજરાતની નદીઓ : આપણે ઉપર જોઈ ગયા એમ ગુજરાત દ્વીપકલ્પપ્રદેશનો જ એક ભાગ છે અને દ્વીપકલ્પની પેઠે ગુજરાતની ભૂમિરચનામાં પણ “વિંધ્યયુગ” પછી ઘણા ઓછા ફેરફારો થયેલા જણાય છે. વળી, દ્વીપકલ્પની નદીઓનાં વહેણ પણ ઘણા જૂના કાળનાં માનવામાં આવે છે અને તેને લઇને એ નદીઓના પટ પણ ખોદાઈખોદાઈને પહોળા અને છીછરા બની ગયા છે અને લગભગ સમુદ્રપૃષ્ઠની નીચાઈએ પહોંચી ગયા છે. આ એમની પ્રાચીન-તાનું સૂચન કરે છે. પૂરની વેળાએ ચડતાં વહેણને બાદ કરતાં મોટે ભાગે પાણીનાં વહેણ ઘણાં જ ધીમાં રહે છે અને એનાં વહેણમાં ધસડાતો કાંપ પાડે એના પટ ઉપર જ જમા થાય છે.

સહ્યાદ્રિમાંથી નીકળતી દ્વીપકલ્પની નદીઓમાં એક ખાસ વિશિષ્ટતા જણાય છે. મુખ્યત્વે આવી કરીને બધી નદીઓના પ્રવાહ પૂર્વ તરફ જ દોડેલા છે અને એ બધી નદીઓનાં મૂળ સહ્યાદ્રિમાં જ મળે છે. આ પ્રમાણે જે સહ્યાદ્રિ અરબી સમુદ્રની ઘણા જ નજીક છે તે

બંગાળના ઉપસાગરને મળતી બધી નદીઓના જલભંડાર, બન્યા છે, ન્યારે એક પણ નદી સલાદ્રિમાંથી નીકળી અરબીસમુદ્રને પશ્ચિમમાં નથી મળતી. વળી, નર્મદા અને તાપી ગુજરાતની જે જે મહાનદીઓ ખંભાતના અખાતને અને અરબી સમુદ્રને મળે છે તેનાં મૂળ સલાદ્રિમાં નથી. આ વિલક્ષણ વસ્તુસ્થિતિનાં કારણો જાણવા જેવાં છે. આજનો દ્વીપકલ્પપ્રદેશ એક કાળે ગોંડવાના પ્રદેશનો-હિંદુસ્તાનને આફ્રિકા સાથે જોડનારનો-એક ભાગ હતો અને તે વખતે સલાદ્રિ ગોંડવાના પ્રદેશની મધ્યમાં ઊભા હોઈ પૂર્વ અને પશ્ચિમમાં વહેતી નદીઓના જલાકર હોવા જોઈએ એમ માનવામાં આવે છે. કાળક્રમે ગોંડવાનો પ્રદેશ તૂટી ગયો અને આફ્રિકા હિંદુસ્તાનથી છૂટા પડતાં ગોંડવાનો કેટલોક ભાગ અરબી સમુદ્રની નીચે અદસ્ય થયો, અને સલાદ્રિ પૂર્વતો, આજપૂર્વત જલાકાર તરીકે રહ્યા જે બીજી માન્યતા સ્વીકારાઈ છે તે તાપી અને નર્મદાનાં વહેણ પરથી લેવાઈ છે. ઉપર કહ્યું તેમ દ્વીપકલ્પની બધી નદીઓ પૂર્વ તરફ વહે છે; ન્યારે નર્મદા અને તાપી જે જે નદીઓ એકલી જ પશ્ચિમ તરફ વહે છે. આના નિરાકરણમાં એમ માનવામાં આવે છે કે એ જે નદીઓ પોતે જ પ્રાડેશ પટોમાં નથી વહેતી પણ ખાણ કવચમાં થયેલા આંતરક્ષોભોને લાંબને પડેલા અપવૃત્ત ચીરાઓમાંથી મળે પોતાના માર્ગ શોધ્યા છે. આ બંને નદીના પટ વિષ્ણુ પર્વતોને સમાંતર પડ્યા છે અને હિમાલય પર્વતના જન્મકાળે હિંદુસ્તાનના ખાણ કવચમાં થયેલા ઉપાતોને કારણે અસ્તિત્વમાં આવ્યા હોવાનું મનાય છે. આ જ ઉપાતો અને ઉપાધિઓને લાંબને દ્વીપકલ્પને દક્ષિણ ભાગે પૂર્વ તરફનો એક છે એમ કહેવાય છે. એને લાંબને આજે બધી નદીઓનો પ્રવાહ પૂર્વમાં વહે છે. આ જ કારણને લાંબને રૂળદૂષ કાંપવાળો પશ્ચિમ કિનારાનો પટો પૂર્વ કિનારાના કાંપવાળા પ્રદેશ કરતાં ઘણો જ વધારે સાંકડો છે; જો કે ગુજરાતમાં એનો વિસ્તાર વધારે બહોળો છે. વળી, પૂર્વ કિનારા ઉપર, મહાનદી, ગોદાવરી, કૃષ્ણા અને કાવેરીનાં મુખ આજનાં કદમદીપ્તાં.

નિર્માણ પણ નજરે પડે છે; જ્યારે પશ્ચિમમાં વહેતી તાપી અને નર્મદાનદીઓનાં મુખ આગળ એવા કંપનો જમાવ મુદ્દલ જણાતો નથી; કારણકે વરસાદનાં પ્રચંડ પૂરનાં પાણીમાં બધા કંપ કંપિ કંપિ ધોવાઈ જાય છે ને કંતો ભરતીનાં પાણી બધાં માટીદ્રવ્યને પોતાની સાથે સમુદ્રમાં ધસડી લઈ જાય છે.

આ ઉપરાંત મહીસાગર, સાબરમતી અને પનાસનદીઓ પણ ગુજરાતના ઉત્તર પ્રદેશને ભીંજવતી ગુજરાતના લોકને ખેતી માટે ઉપયોગી થઈ પડે છે.

ગુજરાતનાં તળાવો : ગુજરાતનાં જૂનાં તળાવોમાં અમદાવાદનું કાંકરિયું તળાવ અને રાજપૂતાનાનું ખારા પાણીનું સાંભરતળાવ ખાસ ગણાવી શકાય. લગભગ ૬૦ ચોરસ માઇલના વિસ્તારવાળા આ સાંભરતળાવની ઊંડાઈ વર્ષાઋતુમાં ચાર ફૂટની રહે છે, જ્યારે વર્ષાના ખીજા મહિનાઓમાં એ તદ્દન સૂકું રહે છે. એ વખતે એના તળીઆ ઉપર સફેદ મીઠાનો પોપડો બધાયલો જોઈ શકાય છે. આટલા બધા મીઠાની ઉત્પત્તિના કારણે જુદાંજુદાં જણાવવામાં આવ્યાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે : કેષએક કાળે સાંભરતું તળાવ ખંભાતના અખાતના ચાલુ જોડાણમાં રહ્યું હોયું જોઈએ, અને તેથી આ મીઠાની ઉત્પત્તિ સંભવિત બને છે. અથવા તો આ ખારાશ ખારા ઝરાઓના સંસર્ગને લઈને હોઈ શકે. ત્રીજું કારણ પણ ખતાવવામાં આવ્યું છે કે તળાવની આસપાસના વિસ્તારમાંના ખાર ધોવાઈને તળાવમાં જમા થતો હોયો જોઈએ. પરંતુ સર હોલ્ડે અને ડૅલ કાર્પેટીના હાથના મત પ્રમાણે એ બધા ખારનો જમાવ જુદી રીતે થયો હોવાનું મનાય છે. ફરીઆકિનારા ઉપરના મીઠાને અને કચ્છના રણપ્રદેશના ખારને પશ્ચિમમાંથી વાતા પવનો ધણ જ અંદરસુધી ધસડી લાવે છે અને તે ખારનો જમાવ સાંભર અને રાજપૂતાનાના ખીજા તળાવોમાં થતો જાય છે. વળી, પવનમાં ધસાઈ આવેલો

ખાર તળાવની આસપાસના વિસ્તારમાં પડ્યો છે ને વરસાદનાં પાણીથી ધસડાઇને પાછો તળાવમાં જમા થાય છે અને એ રીતે રાજપૂતાનાનાં ખર્ચા તળાવો ખારથી અદ્યક્ષતા જણાયાં છે. હૌલેક અને કાંઠસ્ટી-એ પ્રયોગો કરીને સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે કે દર વર્ષે, ખાસ કરી, ઊનાળાના દિવસોમાં લગભગ ૧૩૦૦૦૦ ટન જેટલો ખાર પવનના વેગને લીધે રાજપૂતાના પ્રદેશમાં ધસડાઇ આવે છે.

ગુજરાતના ભૂકંપ અને જવાલામુખી: ઐતિહાસિક કાળમાં હિંદુસ્તાનખંડના ખાણ કવચને ધણા ભૂકંપોએ હયમચાવી દીધું છે; પરંતુ નીચે દર્શાવેલા ભૂકંપો તો એની લાક્ષણિક વિશિષ્ટતાઓને લીધે ખાસ યાદ રહી જાય એવા છે.

દિલ્હી ઇ.સ. ૧૭૨૦; કલકત્તા ૧૭૪૭; પૂર્વ બંગાળા અને આરા-કાન કોઠા ૧૭૬૨; કચ્છ ૧૮૧૬, કાશ્મીર અને બંગાળા ૧૮૮૫; આસામ ૧૮૬૭ અને કાંગરા ૧૯૦૫ ૧૬— અને ૧૬— ના પિહાર અને કવેટાના ભૂકંપોએ પણ એટલા બધા ભોજ લીધા છે કે એની પણ નેધિ લીધા વિના ચાલે એમ નથી. આ તો આખા હિંદુસ્તાન-ખંડના ભૂકંપોની વાત ચર્ચ. પણ ગુજરાતના કવચમાં ઊંચલપાચલ કરનાર ભૂકંપમાં તો ફક્ત કચ્છનો ૧૮૧૬ નો ભૂકંપ ખાસ ગણાવી શકાય. તે ઉપરાંત ઇ. સ. ૧૯૩૮ ના જૂન મહિનામાં પણ લગભગ કચ્છના રણપ્રદેશ આગળ જ પાલિયાડગામમાં કેટલાક નાનામોટા આંચકાનો ધણા દિવસ સુધી અનુભવ થયો હતો. પરંતુ ભૂકવચમાં તેની કોઈ ખાસ અસર યદ્ય હોય એવું જણાયું નથી.

૧૮૧૬નો કચ્છનો ભૂકંપ હિંદુસ્તાનના ભૂકંપોના ઇતિહાસમાં અત્યેક છે. ધણા મોટા વિસ્તારમાં એની અસર પહોંચી હતી, અને ધણા મોટા પ્રમાણમાં એણે માનવમિત્રતાને નુકસાન પણ પહોંચાડ્યું હતું. નદી, નાળાં અને કૂવાઓનાં પાણીમાં ખારાચ આવી ગઈ હતી.

કચ્છ સરકારના કરવેરાના મથક સીંદરીમાં સધ્યાકાળે આ બૂક'પની અસર લાગી હતી; અને ૧૫૦ ફૂટ જિંચો સીંદરીનો કિલ્લો સમુદ્રનાં પાણીથી લગભગ આખો ઢંકાઈ ગયો હતો. સીંદરીની આસપાસ લગભગ ૧૬ માઈલ સુધી પાણી ફરી વળ્યા હતાં અને એક વખતના સૂકી જમીનના વિસ્તારે તળાવનું ૩૫ ધારણ ક્યુ' હતું. એ ઉપરાંત, જે ધીળે ધણે મહત્વનો ખનાવ ખન્યો તે કચ્છના ઇતિહાસમાં 'અલ્લાહખંદ'ને નામે ઓળખાય છે. સીંદરીની ઉત્તરમાં લગભગ પાંચ માઈલ દૂર આવેલો નીચો, સપાટ જમીનપ્રદેશ ફેરવાઈ જઈને એની જગાએ જિંચી ઠકરીસરખો પ્રદેશ અસ્તિત્વમાં આવ્યો. પૂર્વપશ્ચિમ'એ લગભગ ૧૬ માઈલ પહોંચ્યો હતો, અને એણે ફરાન નામની નદી ૧૧ પ્રવાહને સમુદ્રનાં પાણીથી છૂટા કરી દીધો હતો. આ પ્રમાણે જાણે ઈશ્વરપ્રેરિત ઊભા થયેલા ખંદને ગામના લોકોએ 'અલ્લાહખંદ'નું નામ આપ્યું. વૈયાનિકો' આ જગાએ અપરંપર થયો હોવાનું માને છે. અપરંપરને લઈને એક તરફનો ભાગ જિંચે ચડ્યો હતો. જિંચાનીચી થયેલી જગામાં લગભગ ૩૦ ફૂટનું અંતર પડી ગયું હતું એમ કહેવાય છે.

આ કચ્છપ્રદેશમાં ભારે નુકસાન થયું હતું. બૂજમાં ધણે સખ્ત કંપ લોકોએ અનુભવ્યો હતો અને તેને લઈને શહેરનાં મકાનો, કિલ્લા ઇત્યાદિ નાશ પામ્યાં હતાં. લગભગ ૧૦૦૦ મૃત હોયને કાટમાંથી કાઢવામાં આવ્યા હતા. અંજારમાં પણ પુષ્કળ નુકસાન થયું હતું. કચ્છના પ્રદેશમાં બૂપર્ચાંચો પણ પુષ્કળ થવા હતા દરેક ઠેકરી ઉપરથી ધૂળના ગોટગોટા ઊડતા જણાતા હતા અને કેટલેક ઠેકાણે તો ધૂમાડો અને અગ્નિ નજરે ચડતા હતા.

૧. વર્ષાઋતુ સિવાયના બધા વખતમાં સૂકાં રહેતાં કચ્છનાં નદી, માળાં કેટલોક વખત (વધારેમાં વધારે અર્ધો કલાક) પાણીથી ભરાઈ ગયાં હતાં, અને ફવાઓ પાણીથી ભરાઈ ગયા હતા. જુરીઆ

(આગતું જોડીયા) ગામ પશુ બાપુ સમગ્ર નાશ પામ્યું હતું. જેસલમેરમાં પશુ ભૂકંપનો અનુભવ થયો હતો. મહોલામાં જમણે લેવા બેઠેલી લગ્નની મીજલસનાં લગભગ ૫૦૦ માણસો મકાનોનું કાટ નીચે દટાઈ ગયાં હતાં. ૪૫૦ વર્ષની જૂની સુલતાન અહમદની મોટી મસ્જિદનો અમદાવાદમાં નાશ થયો હતો. ખેડા, વડોદરા, ભરુચ, સુરત, મુંબઈ, મદ્રાસ અને કલકત્તામાં પશુ એ ભૂકંપની અસર થઈ હતી.

કાઠિયાવાડમાં રાજકોટની પૂર્વે ૩૦ માઈલ દૂર આવેલા પાલીઆડ ગામમાં લોકોને ભૂકંપનો અનુભવ થયો હતો. ઇ. સ. ૧૯૪૮ ના જૂનમહિનાની ૨૬ મી તારીખે ભૂકંપના આંચકા શરૂ થયા હતા અને ૧૫ મી ઑગસ્ટ સુધી એ પ્રમાણે ચાલુ રહ્યું હતું. નાનામોટાં મકાનોમાં કાટ પડી હતી. તે ઉપરાંત બીજી ઘોઠુધણી નુકશાન થયું હતું. વિરમગામ, ભાવનગર, મોરબી અને રાજકોટમાં પશુ એ આંચકા લાગ્યા હતા.

કાઠિયાવાડની ચોરીલા ટેકરી (૧૧૭૩ ફૂટ) પર મળતા મિસિયો-લાઈટ ચૂલ્પાયાણ, ઊંચા ચડેલા સમુદ્રના કાંઠા, અને સમુદ્રજળથી વિમુખ ખનેલાં છીપ, શખલા અને પરવાળાં ખડક ઉપરથી એવું અનુમાન નીકળે છે કે કાઠિયાવાડનું કવચ સમુદ્રપૃષ્ઠથી લગભગ ૧૨૦૦ ફૂટ ઊંચું અડધું છે.

ગુજરાતના બાહ્યકવચમાં ચાલી રહેલા ઘણા જ ધીમા ફેરફારો

બાહ્ય કવચ અચળ અને સ્થિર નહિ રહેતાં તેમાં હંમેશાં ચાલુ ફેરફારો થયે જ જાય છે એ આપણે આગલાં પ્રકરણોમાં જોયું. સમવિનિમયના સિદ્ધાંત પ્રમાણે પૃથ્વીના કેટલાક ભાગો ધીમેધીમે ઊંચા આવતા રહ્યા છે અને વળી કેટલાક ભાગની જમીનો કાળક્રમે ધીમેધીમે

નીચે જતી જાય છે. ગુજરાતના બાણકવચમાં પણ જે આવા ધીમા-ધીમા ફેરફાર થતા રહ્યા છે તે આપણે તપાસીશું.

હિંદુસ્તાનના કુશરાજા પ્રદેશમાં થયા છે એટલા પ્રચંડ બાણકવચની ઉચ્ચપાથલના દર્શાત આપણને દ્વીપકર્ષ પ્રદેશમાં નોંધાયેલાં જણાતાં નથી, છતાં દ્વીપકર્ષના બાણકવચમાં ઇતિહાસકાળમાં જમીનના જીએનીચે થવાના ફેરફારો તો થયા છે જ એનાં એક તદ્દિ પણ અનેક દષ્ટિતા દ્વીપકર્ષના જુદાજુદા ભાગોમાં જણાયાં છે. આખા દ્વીપકર્ષનું બાણકવચ એક સામકું જીએ આવી જવાથી એના પૂર્વ અને પશ્ચિમ કિનારાનો ફેરફાર ભાગ પાણીની બહાર આવ્યો છે. કેટલેક ઠેકાણે સમુદ્ર કિનારો ૧૦૦ થી ૨૦૦ ફૂટ જીએ આવેલો જણાયો છે. ગંગાનદીના કદમદ્વીપમાં અને પોંડીચેરી આગળના કિનારા આગળ મળતાં સફી વનસ્પતિનાં થશે એ ભાગની જમીન નીચે જાય ■ એમ સૂચવે છે. દીનેવદ્વીપના કાંઠા આગળ પણ લગભગ અર્ધાં એકર જેટલી જમીનના વિસ્તાર પર પાણી હેઠળ દટાયેલાં જ મલ્લના ચિરુનો જણાયાં છે. આ અને એવાં બીજાં દર્શાત જમીનના જીએનીચે થવાનાં અચૂક પ્રમાણો છે. ગુજરાતના બાણ-કવચમાં પણ જે આવા પુરાવાઓ મળ્યા છે તે નીચે આપવામાં આવ્યા છે: કાઠિયાવાડમાં પોરબંદર આગળ અને સિંધમાં કેટલેક ઠેકાણે છોપશખલા સમુદ્રકિનારાથી ધણે જીએ અને ધણે દૂર મળ્યા આવે છે. સમુદ્રનાં જરતીવખતનાં પણ પાણી એને આજે સ્પર્શી શકતાં નથી: આ બતાવે છે કે એ કિનારાની જમીન ધીમેધીમે જીએ જાપસી આવે છે. સુબ્રમણ્યેટના પૂર્વ કિનારા પર કેટલાંક ઝાડોનાં થડ એમ ને એમ જાણેલાં સમુદ્રના પાણી હેઠળ ઢંકાઈ મયેલાં જોવામાં આવે છે. એટલખતે લગભગ ૧૨ ફૂટ જીડા પાણીમાં રહે છે જ્યારે જરતીવખતે એ ઝાડનાં થડોની પાણીમાંની જીડાઈ વધીને લગભગ ૩૦ ફૂટ જેટલી થાય ■ ઐતિહાસિક કાળમાં ધણે જ મહત્વનો જે ફેરફાર ગુજરાતના બાણકવચમાં નોંધાયેલો મળ્યો છે તે કમ્પના રજુ-

પ્રદેશમાં છે. ઈ. સ. ૧૮૧૬ માં કચ્છમાં થયેલા ભૂકંપને પરિણામે લગભગ ૨૦૦૦ ચોરસ માઈલના વિસ્તારજેટલી જમીને એકાએક ૧૨ થી ૧૫ ફૂટ ઊંડાની જાંઘ નાના સમુદ્રનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું. સિંધરીનો ઐતિહાસિક કાલ્દો સમુદ્રકાંઠે બાંધવામાં આવ્યો હતો તે પણ તેની ટોચ સિવાય, લગભગ આખો પાણી હેઠળ ઢંકાઈ ગયો હતો. વળી, એ જ કારણે ૬૦૦ ચોરસ માઈલ જેટલો સપાટ પ્રદેશ કેટલાક ફૂટ એક નાના કુંગરાની માફક ઊંચો થઈ આવ્યો હતો. આને હાલની પ્રેરણાથી થયેલો હોવાનું માનીને લોકોએ એનું નામ અંલ્લાહખંડ પાડ્યું હતું.

ગુજરાતનો કિનારો : ગુજરાત અને દ્વીપકલ્પનો કિનારો પણ મોટે ભાગે તદ્દન સીધો, સરળ અને કોઈ પણ ખાસ ખાડી કે ખૂણાખાંચામાં જમીનની અંદર આવતાં પાણી વિનાનો છે; તેથી જ કરીને ગુજરાતમાં સારા બંદરોની અછત છે. જ્યાંજ્યાં ખાડીઓ વગેરે છે ત્યાંત્યાં તે કાંપથી પૂરાઈ જઈ છીછરી બની ગઈ છે, એટલે વહાણો છેક કિનારા સુધી અંદર આવી શકતાં નથી. નર્મદા અને તાપીનદી પર આવેલાં મોટાં શહેરો ભરુચ અને સુરત એક વખત ધણી સારા બંદર ગણાતાં હતાં, પરંતુ કાળક્રમે એના પટ જળમળથી પૂરાઈ જતાં એ બંદરો પણ નકામાં થઈ પડ્યાં છે. અંબિકા, ઔરંગા અને દમણગંગા નદીઓ પર અનુક્રમે બીલીમોરા, વલસાડ અને દમણનાં નાનાં બંદરો ગણાવી શકાય. કચ્છકાંડીયાવાડમાં માંડવી, બેડી, પોરબંદર, વેરાવળ, ભાવનગર વગેરે સારા બંદરો બનશે એવી આશા રખાય છે. પૂરાઈ ગયેલાં ઘોંઘાં ઘોંઘાં બંદરોનાં બંદરો માટે પણ એવી જ આશા રાખી શકાય.

મકરણ ૧૫

ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના

આખા મુખધર્મનાકારું ભૌગોલિક અવલોકન કરતાં તેમ જ એની ભૂમિરચના તપાસતાં માત્રમ પડશે કે મુખ્યત્વે કરીને આખો ધનાંકો એ ભાગોનો બન્યો છે. એના એક ભાગમાં વાયવ્ય ખૂણે સિંધ, કચ્છ અને કાઠિયાવાડ અને ગુજરાતના કેટલાક પ્રદેશનો સમાવેશ થાય છે, બીજા ભાગ અગ્નિ ખૂણામાં આવેલો પ્રદેશ, મહારાષ્ટ્ર-પ્રદેશ તરીકે ઓળખાય છે. આ બે વિભાગને એકબીજાથી જુદા પાડનારી નમ્દાનદી, પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ વહે છે અને એ બંને ભાગોની કુદરતી ઉત્તરદક્ષિણની સીમાની હદ દાખવે છે. એ બંને વિભાગની આબોહવામાં પણ ખાસ ભેદ જોવામાં આવે છે ઇશાન ખૂણે આવેલો પ્રદેશ વર્ષના મોટે ભાગે સૂકો રહે છે, જ્યારે એના પશ્ચિમ અને નૈઋત્ય ખૂણામાં વર્ષાઋતુમાં પુષ્કળ વરસાદનું પાણી પડે છે.

ભૂવિષયક દૃષ્ટિએ પણ બંને વિભાગ એકબીજાથી નોખા પડી જાય છે. મહારાષ્ટ્રપ્રદેશની ભૂમિરચનામાં ફક્ત એક જ યુગનાં ખડકો જોવામાં આવે છે અને તે દક્ષિણ દ્રેપના નામે ઓળખાય છે ક્રિટેશિયસ યુગના અંતમાં ભૂપૃષ્ઠ ઉપર બહાર આવેલા લાવાદ્રવ્યે પોતાની નીચે જૂનાં સ્તરો વડે લગભગ આખા મહારાષ્ટ્રપ્રદેશને ઢાંકી દીધો છે એમાંથી કાગકમે ભૌતિક અવલોકનને અતે નાનાભેદના કુગરાઓથી ભરેલો દેખાય છે એ કુગરાની સીધી, ઊંચી કરાડો અને ખીણો માનવઅવધારને આડખીલીરૂપ બને છે. કઠોળ, કપાસ વગેરે પાક માટે ખાસ જાણીતી થયેલી મહારાષ્ટ્રની જમીનની દુર્ગત્રપતા આ લાવાદ્રવ્યમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી જમીનને આભારી છે અપવાદ બાદ કરતાં અહીંના જંગમતા પણ ધણું ધીમે ધીમે નથી જણાતા.

ઉત્તર મહારાષ્ટ્રના એટલે મુ'બમ્બઈ દક્ષિણાતાં ખડક તપાસતાં એ ખડકો બાજૂમાંના દ્વીપકલ્પનાં ખડકોને મળતાં આવે છે. પરંતુ કચ્છ, ગુજરાત અને સિંધનાં ખડકોનું મળતાપણું દ્વીપકલ્પનાં ખડકોની સાથે નહિ પણ એશિયાખંડના ઇરાન અને અરબસ્તાનનાં ખડકો સાથે છે; જ્યારે આખા દ્વીપકલ્પનાં ખડકો પડોશના એશિયા-ખંડના ખડકોથી તદન જુદી જ ભાત પાડે છે.

એકખીમથી જુદી પડતી આબૂમરચનાને સખળે ગુજરાતની વાયવ્યમાં આવેલા પ્રદેશોની ભૂપૃષ્ઠદશામાં પણ ભેદ દેખાય છે. મહારાષ્ટ્રપ્રદેશની પેઠે કાળી માટીથી છવાયેલી અધિત્યકાને બદલે આપણને અહીં આ રેતીથી છવાયેલો નાતીનાતી ટેકરીવાળો રણપ્રદેશ જ જોવાનો મળે છે. કચ્છ અને ગુજરાતની ઉત્તરનો પ્રદેશ રણપ્રદેશ જ છે. સમુદ્રને કંઠેકંઠે ફળદ્રુપ માટીવાળો પટ આવે છે જેની પહોળાઈ દક્ષિણમાં જતાં ઓછી થતી જાય છે. એની લીધીછમ જણાતી જમીનની રસાળતા નજીકના સમુદ્રમાંથી મળતા બેજને આભારી છે. સિંધમાં પહોંચતાં આ રસાળતાનો અન્ત આવે છે અને ત્યાંથી ચૂણુંપાયાણીની શરૂઆત થાય છે. સિંધુનદીના કિનારા પર પાણીના વહેણને વાળીને ખેતી કરવામાં આવે છે.

મુ'બમ્બલાકામાં મળતાં ખડકોને 'બેનફોર્ડે' નીચે પ્રમાણે ક્રમવાર ગોઠવ્યા છે:

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| નર્વા ટર્શિયરી અને
અર્વાચીન ખડકો | { | ૧ કાળી જમીન |
| | | ૨ લીટોરલ કોંક્રીટ |
| | | ૩ સિંધ, કચ્છ અને ગુજરાતની કાંપવાળા જમીન |
| | | ૪ કોંક્રીટ લેટરાઇટ |
| | | ૫ સિંધના ભૂપૃષ્ઠ પરનો ગ્રેવલ |
| | | ૬ કચ્છ, કાઠિયાવાડના જિપ્સમ ટર્શિયરી યુગનાં ખડકો. |

જૂના ટશિંયરી અથવા નમ્યુલિટિક સ્તરસંઘાત } ૧ સુરત, ભરૂચ, કાઠિયાવાડ, કચ્છ અને સિંધનાં જૂનાં ટશિંયરી ખડકો
૨ પેરીમબેટનાં હાડકાના ઘર
૩ દક્ષિણના લેટરાઈટ

દક્ષિણ સ્તરસંઘાત } ૧ દક્ષિણ ટ્રેષ
૨ મુખર્ષનાં ઈટરટ્રેપિયન ઘર
૩ નાગપુર અને નર્મદાની ખીણનાં ઈટરટ્રેપિયન ઘર
૪ બાગના ફિંટેસિયસયુગનાં ખડકો

ઊલીટીકસ્તરસંઘાત } ૧ કચ્છના ઊપલા જમુરાસિકયુગનાં ખડકો
૨ કચ્છનાં નીચલાં જમુરાસિક ખડકો

વિંખ્યસ્તરસંઘાત } ૧ બેલગામ, કલાદગી અને રત્નાગિરિના ચૂર્ણપાષાણ અને રેતીપાષાણ

અધવિકૃત અને વિકૃત ખડકો } ૧ ચાંપાનેરનાં ખડકો
૨ ઝેનીટ, નાઇસ, માઇક્રોસીન્ટ, વગેરે.

હવે, સૌથી જૂનાં ખડકોને પહેલાં જોઈ આપણે ઉપર અને ઉપરનાં નવાં ખડકોને તપાસતા જઈશું. એવા ખડકો ગુજરાતના કયા-કયા ભાગોમાં કેવીકેવી રીતે મળે છે તેનું નીચે દેખવું જરૂરી છે.

આકિંચનચૂલ

ખિલકુલ અવશેષ વિનાનાં, વિકૃત દશા પામેલાં, સ્ફટિકદશામાં મળતાં આ ખડકો ઘણા જ વાંકે ખાઈને વૃદ્ધી દશામાં પથ્ય મળે છે. આ ખડકોની ઉપાત્ત વિષે જુદાજુદા મતો દર્શાવવામાં આવ્યા છે:

(૧) વાયુ કે પ્રવાહીરૂપમાંથી પૃથ્વીનું રૂપાંતર થતાં આ ખડકો ઉદ્ભવ્યાં હોય; (૨) તે યુગના સમુદ્રમાં એ ખડકો બધાં હોય અને પછી વિકૃત દશા પામતાં આજનું સ્વરૂપ લીધું હોય; (૩) આગ્નેય ખડકોનો વિકાર થવાથી આ ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં હોય; (૪) ભૂગર્ભમાંથી ઉપર આવેલા લાવામાંથી જન્મ લેતાં આગ્નેય ખડકો જ કદાચ આ હોય.

ગુજરાતમાં આ ખડકો વડોદરાની ઉત્તરથી માંડીને આરાવલી અને રાજપૂતાનામાં લખાયાં છે. કાઠિયાવાડમાં જૂનાગઢ આગળ અને રાજપૂતાનામાં કિસનગઢ આગળ એ મળે છે.

ગુજરાતમાં મળતાં વિકૃત અને અધર્વિકૃત ખડકો.

વિકૃત ખડકો: જલકૃત ખડકમાંથી જન્મેલાં કે આગ્નેય ઉપાધિ વડે ઉદ્ભવેલાં સઘળાં જ ખડકોને આ વિભાગમાં ગોઠવવામાં આવ્યાં છે. ઝેનીટ, સાયેનાઈટ, ડાયોરાઈટ, ઇલ્યાદિ; વળી હોન'બ્લેન્ડ સીસ્ટ, માઇકાસીસ્ટ, ક્વૌટ્ઝાઈટ, મારબલ, વગેરે ખડકો આપણને આ યુગની ભૂસ્તરરચનામાં જોવા મળે છે. વળી, કેટલાંક ઝેનીટ ખડકોનાં અંકુરો અને શાખાઓ આના કરતાં વધારે અર્વાચીન કાળનાં પણ હોય, પરંતુ દરેક ભાગમાં મળતાં ખડકોને ખારીકીથી તપાસતાં આ શંકાને સહેજ પણ આધાર મળતો જણાતો નથી. ડાયોરાઈટ, ઇલ્યાદિ ખડકોના ક્ષાલિત્વગાઓએ પણ હોન'બ્લેન્ડ નામસ ખડકોના જેવું જ વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરેલું છે અને તે પણ આ યુગમાં જ અસ્તિત્વમાં આવ્યા હોવાનો સંભવ બતાવે છે.

દ્વીપકલ્પના કોઈ પણ ભાગ કરતાં મુખ્યમ્હલાકામાં વિકૃત ખડકો ઘણાં ઓછાં દેખાય છે; અને ખાસ કરીને ગુજરાતમાં ઘણી થોડી જગાઓમાં જોવા મળે છે. કચ્છ અને સિંધમાં તો એ ક્યાંયે જણાતાં નથી; પણ કચ્છના રણની ઉત્તરે નગરપારકર નામના ગામ આગળ

એ મળે છે અને ત્યાંથી પૂર્વમાં લખાઈને આશુપર્વત સુધી પહોંચે છે. ખૂદ આશુપર્વતમાં પણ એ જ ખડકો દેખાય છે. ત્યાંથી નીચે દક્ષિણમાં જિનરતા ઉત્તરકાશિયાનાડમાં પાછાં દેખાય છે અને કાશિયા-વાડની દક્ષિણમાં આવેલા ગિરનારપર્વત પણ એ જ ખડકોના બન્યા છે. પાકીતાણા અને ધોધાની આસપાસના વિસ્તારોમાં પણ એ જ ખડકો બહાર આવ્યાં છે. ખંભાતના અખાતથી ઉત્તરે લખાતા પશ્ચિમ કાશિના રસાળપટની પૂર્વમાં પાછા ઈડરરાજ્યમાં અને તેની આસપાસના વિસ્તારોમાં અને રેવાકાશિએજન્સીમાં છોટાઉદેપુરમાં વિદ્યુતિ પામેલ ક્રેનીટ ખડકો જોવા મળે છે. દક્ષિણમાં વધારે નીચે જિતરતા રેતીપથાણ અને ટ્રેપની નીચે આ ખડકો ઢંઢાઈ ગયાં છે અને નર્મદાનદીના લટ સુધી પહોંચેલાં જણાતાં નથી. રાજપૂતાનામાં કિસનગઢ આગળ પણ આ ખડકો મળે છે.

નર્મદાથી માંડીને મુંબઈધોલાકાની દક્ષિણની હદ સુધીમાં આ ખડકો ક્યાંય પણ જણાતાં નથી. પણ ફરીથી આપણને છતાકાની ઉંચક દક્ષિણ હદ પર જ નજરે પડે છે. માસવણથી એની રાશ્માન યદ સાવંતવાડી, ગોવા અને ઉત્તરકાનકામાં અને સહ્યાદ્રિની પૂર્વમાં બેલગામ, કસાદગી અને ધારવાડમાં એ બધાં ખડકો નજરે પડે છે. જો કે એની ઉપર લંડેરાઈલ્ડ પાતળું પડ પથરાઈ મચેલું દેખાય છે ખરું.

ધારવાડબ્લુ

આ યુગની શરૂવાતમાં પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ થયે અંશે વિકાર પામ્યું હતું. પૃથ્વીની ફરવાની ગતિને લઇને એ ધીમેધીમે ઠંડી થતી ગઈ હતી અને તેને લઇને બાહ્ય કવચમાં પડેલી કચડીઓએ એ યુગના સમુદ્ર અને પર્વતોને જન્મ આપ્યો. જલે કાળે સમુદ્રો જંગમ થતા ગયા અને જમીનના ટુકડાઓ-ખડા-જિયા થતા ગયા. સમુદ્ર અને ખડાનું આ પ્રમાણે વહેંચણું થતાં બાઈકેવનયુગનાં ખડકો નૈસર્ગિક બળોને આધીન થયાં અને ભૌતિક અપક્ષયનાં

મારીદમ્પતી પહેલવહેલાં જન્મકૃત ખડકો સમુદ્રમાં બંધાયાં, ધારવાડ આગળ આ ખડકો દેખાયાં હતી અને તે ઉપરથી એ ખડકોનો આખો સ્તરવ્યૂહ ધારવાડવ્યૂહ તરીકે ઓળખાય છે.

ધારવાડપુચનાં ખડકો રાજપૂતનાના મોટા ભાગમાં દેખાય છે, અને આરાવલીસ્તરવ્યૂહને નામે ઓળખાય છે. ધારવાડપુચ દરમિયાન સમુદ્રમાં બંધાયેલ જન્મકૃત ખડકો તે પુચના અન્તમાં આન્તરક્ષેભોને લીધે જોયાં આવ્યાં; અને એ રીતે જૂનામાં જૂની આરાવલીની ગિરિ-માલા એ પુચના અન્તમાં અસ્તિત્વમાં આવી હતી. તે પુચમાં દક્ષિણ-થી માંડીને ઉત્તરમાં દિશાલય સુધી આરાવલીની ગિરિમાલા લગભગ હોવાનું કહેવાય છે.

આરાવલીમાં મળતાં ધારવાડપુચનાં ખડકો ઉપરથી ઉભયપક્ષી-નમનાકારે નીચેનાં વિકૃત નાઇસખડકોમાં પડેલાં મળે છે. આખા આરાવલીવ્યૂહના એ વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે: (૧) નીચલા ભાગને આરાવલીસંઘાતનું નામ આપવામાં આવ્યું છે, અને (૨) જીપસો ભાગ રીઆલોસંઘાતના નામે ઓળખાય છે.

લગભગ ૧૦૦૦૦ ફૂટ સુધી અવિપૃષ્ઠ દશામાં જવો આરાવલી-સંઘાત મુખ્યત્વે ક્વોર્ટ્ઝાઇટ, ફોનોલિથ, માટીપાથણ અને ફાઇ-લાઇટ અને નાઇસ ખડકોનો બનેલો છે. ક્યારેકક્યારેક વિકૃત માટી-પાથણ અને ફાઇલાઇટમાં ઝેનીટના ફ્લુઆઓ પણ મળે છે. આરાવલીસંઘાતની ઉપર કમબેગવાળી દશામાં પડેલા રીઆલોસંઘાતમાં રફટિક-ચૂણપાથણ ક્વોર્ટ્ઝાઇટ, ગ્રીટ અને સીસ્ટ ખડકો મળે છે. દિલ્હી અને આગ્રાની બહારની મોગલ ઇમારતોમાં વપરાયેલો મેકરાના માપ્પલ આ રીઆલોસંઘાતની જ પેદાશ છે.

૦ અર્ધવિકૃત ચાંપાનેરસ્તરો

વડોદરાની પૂર્વે પાવાગઢ પર્વતની તળેટીમાં ચાંપાનેરમાં આ

ખડકો આપણને દેખાય છે. પાવાગઢપર્વતો દ્રુપખડકમાંથી બન્યા છે; જ્યારે એની તળેટીમાં મળતાં અર્ધવિકૃત ખડકો એની પૂર્વ દિશામાં સમઘન ૨૦ માઇલ સુધી લંબાયે જાય છે અને ઉત્તરમાં તો એટલે લાંબે સુધી પહોંચ્યાં છે કે એની હદ પણ જણાતી નથી. ચાંપાનેર આગળ જણાયેલાં અર્ધવિકૃત ખડકોમાં ખાસ કરીને કવોર્ડાઈટ, રેતીપાષાણ, કૉલ્ડોમરેટ, સ્લેટ અને ચૂણપાષાણ ધણા મોટા જથ્થામાં મળે છે, અને એની અંદર કયાંકકયાંક લોહતરતના પટા નજરે ચડે છે. ચૂણપાષાણ પણ જે મળે છે તે ખવાયા વિનાનો પોતાનું અસહ્ય સ્વરૂપ જળવી રહેલો છે; અથવા તો કયાંક સ્ફટિકદશા પામ્યો છે. કડવાલ નામના ગામ આગળ તો એની અંદર ઍક્ટીનો લાઇટના સ્ફટિક પણ પેદા થયા છે. કૉલ્ડોમરેટની નિશિષ્ટતા એ જણાઈ છે કે એનું અવયવસંઘટન જે ખાસ કરીને રેતીપાષાણનું બન્યું છે તેની અંદર ઍનીટ, કવોર્ડાઈટ, સ્લેટ અને ચૂણપાષાણના નાના કાંકરાઓ તેમ જ મોટા ટુકડા પણ મળે છે. કેટલેક ઠેકાણે ચૂણપાષાણ ટુકડાઓનું કદ એક ફૂટથી પણ વધારે બ્યાસવાળું જણાયું છે. ધણા ગ્રીચા કણના બનેલા માટીપાષાણમાં એટલા બધા ચીરાડા છે કે કદાચ એને ઉપયોગમાં પણ લઈ શકાય. દક્ષિણ તરફ જતાં આ ખડકો વળી પાછું વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

કુડાખાલ્યુહ

ધારવાડયુગનો અંત આવતાં હિંદુસ્તાનના ભૂકવ્યે આંતરદેશોને આધીન થઈ પોતાનું સ્વરૂપ બદલવા માંડ્યું. ધારવાડયુગના સમુદમાં બધાયેલાં જલકૃત ખડકોએ જોયે આવતાં જમીનનું સ્વરૂપ લીધું અને આસપાસના અને કયાંક અંદરના હજાણને લઇને અને એવા જ બીજા સંયોગવશાત્ એ ખડકો વિકૃતાવરણ પામ્યાં અને પર્વતોની દારમાળાઓને જન્મ આપ્યો. આરાવળીપર્વતોને જન્મ પણ આ જ કાળમાં થયો. આ પછીના યુગોમાં હિંદુસ્તાનનું બાહ્યકવચ વધારે

અને વધારે સ્થિર બનતું ગયું; અને વિન્ધ્યયુગના અંતમાં તે આ બધા આંતરદેશીઓનાં આવરણો હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી સદંતર નાબૂદ થઈ ગયાં.

ધારવાડયુગનાં ખવાઈ, ધસાઈ અને તૂટીને ભૌતિક અપક્ષયથી સપાટ બનેલા પ્રદેશ પર કુડાપ્પાયુગનાં સ્તરોનું બંધારણ થયું છે. તે ઉપરથી અનુમાન એ નીકળી શકે છે કે ધારવાડયુગનાં ખડકો જોયે આવ્યા ત્યાર પછી એ નૈસર્ગિક બળોનો ધણા લાંબા કાળ સુધી ભોગ બન્યા હતાં. કાળક્રમે વળી પાછો એ પ્રદેશ નીચે ગયો અને એની ઉપર કુડાપ્પાયુગનાં ખડકોની બંધારણક્રિયા શરૂ થઈ હતી. એટલે ધારવાડયુગના અન્ત પછી કેટલાક કાળ સુધી કાંઈ પણ સ્તરોનું બંધારણ થયું ન હતું. ધારવાડયુગનો અંત અને કુડાપ્પાયુગની શરૂઆતના ગાળાને આપણે ક્રમસંગ્રહાળ તરીકે ઓળખીશું.

મદ્રાસપ્રાંતના મધ્યમાં આવેલા કુડાપ્પાજિલ્લામાં આ યુગનાં ખડકોનું પહેલું નિરૂપણ થયું હતું અને તે ઉપરથી કુડાપ્પા નામ એમને આપવામાં આવ્યું છે. માટીપાયાણ, વિકૃત માટીપાયાણ, કૌદ્દાઝાઈ અને ચૂર્ણપાયાણ જેવાં ખડકો આ યુગમાં મળે છે.

પૂર્વ રાજપૂતાનામાં અમવાર કૌદ્દાઝાઈને નામે જાણીતાં થયેલાં ખડકો સિવાય ગુજરાતમાં ખાસ કરીને આ યુગનાં ખડકો આપણને ક્યાંયે મળતાં નથી. આ બૂદ્ધના પેટાવિભાગ દિલ્હીસંધાતનાં સ્તરોમાં ઐનીટ અને એવાં બીજાં આગેય ખડકોએ આક્રમણ કર્યું છે, અને તેને લઈને ધર ઐનીટ જેવાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે.

વિન્ધ્યવ્યૂહ

લગભગ ૧૪૦૦ ફૂટ જેટલી ઝડાઈનાં વિન્ધ્યયુગનાં ખડકો રેતી-પાયાણ, માટીપાયાણ અને ચૂર્ણપાયાણ એમ ત્રણ જાતનાં બન્યાં છે.

ખડકો આપણને દેખાય છે. પાવાગઢપર્વતો દ્રુપખડકમાંથી બન્યા છે; જ્યારે એની તળેટીમાં મળતાં અર્ધવિકૃત ખડકો એની પૂર્વ દિશામાં લગભગ ૨- માઇલ સુધી લંબાયે જાય છે અને ઉત્તરમાં તો એટલે લાંબે સુધી પહોંચ્યાં છે કે એની હદ પણ જણાતી નથી. ચાંપાનેર આગળ જણાવેલાં અર્ધવિકૃત ખડકોમાં ખાસ કરીને કવોર્ડાઇટ, રેતીપાપાણુ, કૅંગ્રોમરેટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાપાણુ ધણા મોટા જથ્થામાં મળે છે, અને એની અંદર ક્યાંકક્યાંક લોહતરવના પટા નજરે ચડે છે. ચૂર્ણપાપાણુ પણ જે મળે છે તે ખવાયા વિનાનો પોતાનું અસલ સ્વરૂપ જાળવી રહેલો છે; અથવા તો ક્યાંક સ્ફટિકદશા પામ્યો છે. કડવાસ નામના ગ્રામ આગળ તો એની અંદર ઍકટીને લાઇટના સ્ફટિક પણ પેદા થયા છે. કૅંગ્રોમરેટની વિશિષ્ટતા એ જણાઇ છે કે એનું અવયવસંઘટન જે ખાસ કરીને રેતીપાપાણુનું બન્યું છે તેની અંદર ઍનીટ, કવોર્ડાઇટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાપાણુના નાના કાકિરાઓ તેમ જ મોટા ટૂંકડા પણ મળે છે. કેટલેક ટૂંકાણે ચૂર્ણપાપાણુ ટૂંકડાઓનું કદ એક ફૂટથી પણ વધારે બ્યાસવાળું જણાયું છે. ધણા ઝીણા કણના બનેલા માટીપાપાણુમાં એટલા બધા મીરાડા છે કે કદાચ એને ઉપયોગમાં પણ લઇ શકાય. દક્ષિણ તરફ જતાં જ્યાં ખડકો વળી પાછું વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

૬. કુડારીપાવ્યુલ્ડ

ધારવાડયુગનો અંત આવતાં હિંદુસ્તાનના બૃહત્તે આનરદ્યોમોને આધીન થઇ પોતાનું સ્વરૂપ બદલવા માંડ્યું. ધારવાડયુગના સમુદમાં બધાંપેલાં જલકૃત ખડકોએ જિંદગી આવતાં જન્મીનનું સ્વરૂપ લીધું અને આસપાસના અને ક્યાંક અંદરના દળાણને લઇને અને એવા જ બીજા સંયોગવચાત એ ખડકો વિકૃતાવરણ પામ્યાં અને પર્વતોની દારમાળાઓને જન્મ આપ્યો. આરાવળીપર્વતોનો જન્મ પણ આ જ કાળમાં થયો. આ પછીના યુગોમાં હિંદુસ્તાનનું બાવકવચ વધારે

અને વધારે સ્થિર બનવું થયું; અને વિધ્યયુગના અંતમાં તો આ બધા આંતરરેખાનાં આવરણો હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી સદંતર નાબૂદ થઈ ગયાં.

ધારવાડયુગના ખવાઈ, ધસાઈ અને તૂટીને ભૌતિક અપક્ષપથી: સપાટ બનેલા પ્રદેશ પર કુડાપાયુગનાં સ્તરોનું ખંધારણ થયું છે. તે ઉપરથી અનુમાન એ નીકળી શકે છે કે ધારવાડયુગનાં ખડકો જીંચે-આબ્યા ત્યાર પછી એ નૈસર્ગિક બળોનો ધણા હાંથા કાળ સુધી ભોગ બન્યાં હતાં. કાળક્રમે વળી પાછો એ પ્રદેશ નીચે ગયો અને એની ઉપર કુડાપાયુગનાં ખડકોની ખંધારણક્રિયા શરૂ થઈ હતી. એટલે ધારવાડયુગના અન્ત પછી કેટલાક કાળ સુધી રાઈ પણ સ્તરોનું ખંધારણ થયું ન હતું. ધારવાડયુગનો અંત અને કુડાપાયુગની શરૂઆતના ગાળાને આપણે હમણાંગકાળ તરીકે ઓળખીશું.

મધ્યસપ્તકાકાના મધ્યમાં આવેલા કુડાપાનિસ્ત્રામાં આ યુગનાં ખડકોનું પહેલું નિરૂપણ થયું હતું અને તે ઉપરથી કુડાપા નામ એમને આપવામાં આવ્યું છે. માટીપાયાણ, ચિકૃત માટીપાયાણ, કૌદાંઝાઈ અને ચૂણપાયાણ જેવાં ખડકો આ યુગમાં મળે છે.

પૂર્વ રાજપૂતાનામાં અમવાર કૌદાંઝાઈને નામે જાણીતાં થયેલાં ખડકો સિવાય ગુજરાતમાં ખાસ કરીને આ યુગનાં ખડકો આપણને ક્યાંયે મળતાં નથી. આ વ્યૂહના પેટાવિભાગ દિલ્હીસંધાતનાં સ્તરોમાં ઝેનીટ અને જેવાં ખીન્ન આગ્રેમાં ખડકોએ આક્રમણ કર્યું છે, અને તેને લઈને ઇડર ઝેનીટ જેવાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે.

વિધ્યવ્યૂહ

લગભગ ૧૪૦૦ ફૂટ જેટલી જાડાઈનાં વિધ્યયુગનાં ખડકો, ગેલી-પાયાણ, માટીપાયાણ અને ચૂણપાયાણ એમ ત્રણ જાતનાં બન્યાં છે.

આ યુગમાં પણ પૃથ્વીના પડ ઉપર જીવમાત્રની કંઈ પણ ખાસ ઘર-
આત થઈ હોય એમ લાગતું નથી. વળી યુગનાં સ્તરો હજી પણ
અનુપૃષ્ઠ રિધતિ જાળવી રહ્યાં છે અને કોઈ પણ રીતની ખાસ વિકૃતા-
વસ્થા પામ્યાં નથી. ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપ-
કલ્પપ્રદેશનો ભૂતકાળ તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે જિન્ના પર્વતોને
જન્મ આપતા અને બાહ્ય કવચમાં મોટા ફેરફારો કરતા જે આંતર
ક્ષેત્રોને આધીન થઈ વિંધ્યયુગનાં જલકૃત ખડકો સમુદ્રમાંથી ઉપર
આવ્યાં તેવા આંતરક્ષેત્રો કે ઉદ્ગ્રાપાતો ત્યારપછી ધણી લાંબા કાળ
સુધી દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં નથી થયા.

વિંધ્યબૃહદ્ એ નામથી જાણીતાં યથેશ્વર ખડકો આપણને યુગ-
રાતમાં વિંધ્યપર્વતોમાં મળે છે. મુખત્વે એ સ્તરો રેતીપાવાણનાં
બન્યાં છે, જે કે સાથેસાથે ચૂર્ણપાવાણ અને માટીપાવાણ પણ મળે
છે ખરા. રેતીપાવાણનો રંગ ઝાંખો ગુલાબી હોય છે અને એનું બહુ
સખ્ત અવયવસંઘટન કેટલીક વખત કૉર્ટાઈઝાઈટનું સ્વરૂપ ધારણ કરે
છે અને લગભગ કાચજેવું દેખાય છે. એ ખડકોની કમવારી તપાસ-
તાં માલૂમ પડે છે કે એની બરાબર હેઠળનાં ધણી સ્તરોનો ભૌતિક
અપસ્રવને લઈને નાશ થયો છે; અને જે ખડકો ઉપર આજે એ
પડેલાં દેખાય છે એ બન્ને વચ્ચે લાંબા કાળનો અન્તરગાળો પડી
ગયો છે. અને કમભંગ થયેલો જણાય છે. વિંધ્યબૃહદ્નાં બેપક્ષાં
અને નીચલા એમ બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે તેમાંનાં બેપક્ષાં
[વિંધ્ય ખડકો માળવા અને ભુદેવખંડમાં ખાસ મળે છે. મદ્રાસની
અને ગોદાવરીના પ્રદેશમાં પણ રેતીપાવાણ, કૉર્ટાઈઝાઈટ, ચૂર્ણપાવાણ
અને માટીપાવાણ ખડકો તે નીચલા-વિંધ્યયુગના હોવાનું મનાય છે.]

વિંધ્યયુગનાં ખડકોનો કયા કાળમાં ઉદ્ભવ થયો હશે એ નાંખી
કરવું ધણું અઘરું બન્યું છે, કારણ કે એ ખડકોમાંથી એક પણ
પ્રાણીકૃત કે વનસ્પતિકૃત અવશેષ મળ્યો નથી.

ગોડવાબ્યુહ

વિંધ્યયુગના અન્ત પછી હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પપ્રદેશનું બાહ્ય કવચ કોઇ પણ પ્રચંડ આંતરક્ષોભોના અભાવને લીધે સુકા જમીન-પ્રદેશ તરીકે જ રહ્યું છે અને તેને લઈને કોઇ પણ જાતનાં સમુદ્ર-જલકૃત ખડકો વિંધ્યયુગ પછીના કાળમાં બંધાયેલાં જણાતાં નથી. પરંતુ જોપલા કાર્બોનિફેરસયુગના અન્તકાળે કોઇક નવી જ ઉપાધિઓ વડે નવા જ ફેરફારો દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં થવા માંડ્યા, ઉત્તર હિંદુસ્તાનમાં આજે જ્યાં હિમાલયની ગિરિમાલા આવેલી છે ત્યાં ટાઇપીઝ નામના મહાસાગરનાં પાણી ઉછળવા લાગ્યાં. આ મહાસાગરના એક ફાંટાએ પશ્ચિમમાંથી ઉત્તરહિંદુસ્તાનમાં આક્રમણ કર્યું. ટાઇપીઝ મહાસાગર આખી પૃથ્વીની આસપાસ પૂર્વપશ્ચિમ લંબાયેલો હતો અને પૃથ્વીને ઉત્તર અને દક્ષિણ ગોળાકાં એમ બે ભાગે વહેચી નાંખતો હતો. આ જૂનમ્પ સમુદ્ર ટાઇપીઝ પર્મિયનયુગથી માંડીને તે છેક ક્રેટાસીયનયુગ સુધી આ રીતે અસ્તિત્વ ભોગવી રહ્યો હતો.

વિંધ્યયુગથી માંડીને કાર્બોનિફેરસયુગ સુધી હિંદુસ્તાનદ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાં પ્રવર્તેલા શીતિકાળનો હવે અંત આવ્યો. નવી જ જાતના આંતર-ક્ષોભોને લીધે પર્વતો નહિ બનતાં જમીનના મોટામોટા ટૂકડા એકઠમ અંદર ધણા જીંડે સુધી બેસી ગયા અને તેમણે આ રીતે જીંડી ખીણો અને ખાડાઓને જન્મ આપ્યો. આસપાસ વહી રહેલી નદીઓ પોતાની સાથે કાંપ લાવીને આ જીંડા ખાડાઓ પૂરતી હતી અને તેથી જ ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં એ ગોડવાખડકોને નામે ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૪૨. નર્મદાનદીની દક્ષિણમાં આવેલું



આકૃતિ ૪૨ ગોડવાખડક દર્શાવતી

ગોંડવારાન્ય નર્મ આ ખડકો પહેલાં તપાસવામાં આવ્યા હતાં તે ઉપરથી એ ખડકોનું આ નામ પાડવામાં આવ્યું છે.

ઊપલા ગોંડવાનાં સૌથી નવાં ખડકો કચ્છમાં ઊભીઆ નામના ગામ આગળ મળે છે, જેના પરથી એ ખડકો ઊમીઆસ'ધાતને નામે ઓળખાય છે. ઊમીઆસ'ધાત જે દરીયાઈ કોંગ્લોમરેટ, રેતીપાપાણુ અને માટીપાપાણુનો બનેલો છે તે લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલી જડાઈનો અને જ્યુરાસિકયુગનાં જડાં યરા પર પડેલો મળે છે. ઊમીઆસ'ધાતનાં ઊપલા પડોમાં ખીજાં થોડાં પડો છે જેની અંદરથી ગોંડવાયુગનાં વનરપતિ કે અવશેષ મળે છે જે બતાવે છે કે એ કાળે કચ્છમાં ગોંડવાયુગનું વાતાવરણ મૃત્યુ હશે. આ સ્તરોમાં મળતા દરિયાઈ પ્રાણીના અવશેષો ઊપલા જ્યુરાસિક અને ક્રિટેશિયસયુગના અવશેષો સાથે સામ્ય ધરાવે છે તે ઉપરથી આ ગોંડવાખડકોનો કાળવિસ્તાર પણ નક્કી થઈ શકે છે, આ સ્તરોમાં નીચે પ્રમાણેના અવશેષો મળે છે:

ક્રાનીફર+એટ્રાફાઇલમ; પેન્થોફાઇલમ; ઇલેટાકલેડસ, વગેરે.

સાઇકાડન્ટીલોફાઇલમ; વીલીયમસોનીઆ.

ફર્ન+કેમ્બ્રીલેબીસ.

૧ પ્લીસ્ટોસોફસ નામના લાંબી ગરદનવાળા એક ઉરમ પ્રાણીના અવશેષ પણ મળ્યા છે તે જ્યુરાસિકયુગના હોય એમ મનાય છે. ઉત્તરકાઠિયાવાડમાં પ્રાંગધ્રા અને વઢવાણ આગળ મળતા જ્યુરાસિક-યુગનાં ખડકોનાં સ્તરમાં પણ ઊમીઆસ'ધાતમાં મળતા ક્રાનીફર અને સાઇકાડન્ટેવી વનરપતિના અવશેષો મળ્યા છે.

જ્યુરાસિકબૂદ્ધ

આગળ આપણે જોઈ ગયા તેમ વિંધ્યાયુગ પછી દ્વિ'દુરતાન-દ્વીપકલ્પપ્રદેશનું વ્યાજકવચ આજપર્યંત જમીનરૂપે જ રહ્યું છે અને તે પછીના કાલ પણ યુગમાં એની ઉપર સમુદ્રનાં પ્રાણીનું આક્રમણ થયું

નથી. અને તેને જ લક્ષને વિધ્યયુગ પછીના કોઇ પણ યુગના બહોળા વિસ્તારવાળાં જલકૃત ખડકો આ પ્રદેશમાં આપણને મળતાં નથી. પરંતુ, કોઇક વખત બને છે તેમ સમુદ્રની પાણી સંધરવાની જગા ઓછી થતાં અથવા તો ક્યાંક જમીનનો મોટો ભાગ ધસેા જાડેા બેસી જતાં નીચે બેસી ગયેલા જમીનોના વિસ્તારમાં પાણીનું આક્રમણ થાય છે. આ પ્રમાણે જ્યુરાસિકયુગમાં હિંદુસ્તાનના દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં ક્યાંક ક્યાંક સમુદ્રનાં પાણી ફરી વળ્યાં, પરંતુ એ થોડા જ સમયને માટે. આ રીતે જન્મ પામેલા સમુદ્રો પણ ફક્ત થોડા જ સમય માટે રહે છે. તેમની અંદર માટીપાણી અને રેતીપાણી અને છીંછરાં પાણીમાં બંધાતા ચૂર્ણપાણીનો ઉદ્ભવ થાય છે. આવી રીતે બંધાયેલાં ખડકો હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનામાં તીરોત્થિત ખંડકો તરીકે ગણવામાં આવ્યાં છે. કચ્છના ઊપલા ગોડવાયુગના ઊમીઆસંધાતમાં મળતાં ખડકો (જે આપણે ઉપર જોઇ ગયા) આ તીરોત્થિત ખંડકોનું દષ્ટાંત પૂરું પાડે છે. તીરોત્થિત ખંડકોનાં બીજાં દષ્ટાંત ગુજરાતમાં કચ્છ, રાજપૂતાના, નર્મદાનો તટ, ગુજરાત અને કાઠિયાવાડમાં મળે છે.

જાડા, મોટા મહાસાગરોમાં બંધાતાં જલકૃત ખંડકોથી આ ખંડકો તદ્દન જદી જ વિશિષ્ટતાઓ દાખવે છે. એ તીરોત્થિત ખંડકોનાં પડ જેટલાં જાડાં નથી હોતાં. એમનો વિસ્તાર પણ કિનારા પર એક સાંકડા પટા સમાન અવલંબી રહે છે અને વધારે દૂરના રચળ-પ્રદેશમાં લંબાતો નથી. વળી, એનાં નાનાં, બારીક પડોની અનુપ્રષ્ઠ સ્થિતિ પણ જળવાયેલી રહેતી નથી; બલકે ગમે તે ખૂણે એમનું બંધારણ યથુ હોય છે. અપવાદરૂપે કોઇક વખતે તે પ્રદેશ જે જાડો અને જાડો બેસતો જતો હોય છે તો ધણાં જાડાં પડ બંધાવાના સંભવો હોય છે. કચ્છના જ્યુરાસિકયુગનાં તીરોત્થિત ખંડકોનાં હળવેા ફૂટ જાડાં પડો પણ આવા જ સંજોગોમાં બંધાયાં હોવાનું કહેવાય છે.

કચ્છમાં મળતા જ્યુસાસકયુગનાં ખડકો

કચ્છનાં ખડકોનું સંશોધનકાર પદ્મજી કપન મટિ સેર કપ-
દત્ત તે પછી જ્યોર્જોજિકલ સર્વે ખાતાએ ત્યાં ઘણી વખત એ
ખડકોની આકૃષ્ટી કરી છે. રણમાં આવેલો કુગરાળો પ્રદેશ અને
કચ્છનો ઉત્તરનો પ્રદેશ દ્રેપની નીચે આવેલાં ખડકોનો બન્યો છે.
એને જીપસા અને નીચલા એમ બે ભાગોમાં વહેંચવામાં આવ્યો છે.
નીચલા ભાગમાં મુખ્યત્વે માટીપાપણ અને તેની વચ્ચે વચ્ચે
રેતીપાપણ સાથે ચૂર્ણપાપણ નજરે પડે છે; જ્યારે જીપસા ભાગમાં
ખાસ કઠીને મોટા કણવાળા રેતીપાપણ વધારે પ્રમાણમાં દેખાય છે.

નીચલા ભાગના માટીપાપણમાં દરિયાઇ છીપણખસાના અવશેષો
મળે છે અને તે ઠેકાણેઠેકાણે જુદાજુદા રંગના જણાયા છે. તેનો
અનિજસમુદાય પણ તે પ્રમાણે જુદો પડે છે. જીપસા ભાગની પેઠે
એમાં લોહતત્ત્વના પટા ઘણા જણાતા નથી.

જીપસા ભાગના રેતીપાપણ ફેસવાર રફટિકના બનેલા હોઇને
લગભગ સફેદ રંગના જ દેખાય છે; જો કે નીચે ઊતરતાં એ બદામી
કે ઝાંખા રાતા રંગના દેખાય છે. એની અંદર પુષ્કળ લોહતત્ત્વના
પટાઓ અને કણરાઓ નજરે પડે છે. ક્યાંક ક્યાંક મળતા માટી
પાપણમાં સાઇકાડ અને ફર્નાના અવશેષો જણાયા છે અને કેટલાક
અવશેષો તો એટલી ખરાબ અવસ્થામાં મળ્યા છે કે બિલકુલ ઓળખી
પણ શક્ય નહિ કેટલાક માટીપાપણ કોબસાના તત્ત્વના મિશ્રણવાળા
મળ્યા છે અને જૂનની ઉત્તરમાં દ્રોમો અને બીજા કેટલેક ઠેકાણે
અનિજ કોબસાના આછા પાતળાં પડ પણ મળ્યાં છે. પણ કોલસાનું
પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોવાને લીધે એ ઉપયોગમાં લઇ શકાય એમ નથી.

જીપસા અને નીચલા એમ કચ્છના ખડકના જો કે બે વિભાગ
પડવામાં આવ્યા છે છતાં એ બન્ને ભાગનાં ખડકોમાં ઘણું સામ્ય

રહેતું છે. ખાસ કરીને દરિયાઈ પ્રાણીકુલઅવશેષો નીચલા ભાગમાં મળે છે અને ઊપલા ભાગમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો મળે છે; જો કે અપવાદરૂપે એ આગળ ઘણા દરિયાઈ અવશેષવાળા ખડકોમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો પણ થોડાથોડા નજરે પડે છે. કચ્છના પશ્ચિમ ભાગમાંના ઊપલા વિભાગમાં દરિયાઈ અવશેષવાળા ઘર પણ મળ્યા છે.

કચ્છનાં ખડકોનું સંશોધનકાર્ય પહેલું કૅપ્ટન મૉટી ટાઈ કમ્પ્સ હવુ, જે પછી જ્યૉર્જોનિક્સ સન્ડે ખાતાએ ત્યાં ઘણી વખત એ ખડકોની તપાસણી કરી છે. રણમાં આવેલો કુગરાજો પ્રદેશ અને કચ્છનો ઉત્તરનો પ્રદેશ ટ્રેપની નીચે આવેલાં ખડકોનો બન્યો છે તેમ જો જુદાજુદા ભાગોનો બન્યો છે. નીચલા ભાગમાં મુખ્યત્વે માટીપાયાળુ અને તેની વચ્ચે વચ્ચે રેતીપાયાળુ સાથે ચૂણુ પાયાળુ નજરે પડે છે; જ્યારે ઊપલા ભાગમાં ખાસ કરીને મોટાં કણવાળા રેતીપાયાળુ વધારે પ્રમાણમાં દેખા દે છે.

નીચલા ભાગના માટીપાયાળુમાં સામુદ્રિક છીપશંખાના અવશેષો મળે છે અને તે ઠેકાણેઠેકાણે જુદાજુદા રંગના હોય છે. અને તેનો અનિજસમુદાય પણ તે પ્રમાણે જુદો પડે છે. ઊપલા ભાગની પેઠે એમાં લોહતત્ત્વવાળા પટા ઘણા ઓછા જણાય છે.

ઊપલા ભાગનો રેતીપાયાળુ ફેદસપાર સ્ફટિકનો બનેલો હોઈ લગભગ સફેદ રંગનો જ દેખાય છે, જો કે નીચે ઉતરતાં એ બદામી કે જાંખા રાતા રંગનો દેખાય છે અને એની અંદર પુષ્કળ લોખંડી તત્ત્વના પટા અને ઠંકરા નજરે પડે છે. ક્યાંક ક્યાંક મળતા માટીપાયાળુમાં સાંકડાં અને ફૂનાં અવશેષો જણાયા છે અને કેટલાક અવશેષો તો એટલા ખરાબ અવસ્થામાં રહ્યા છે કે ગિલકુલ ઓળખી પણ શકાય નહિ. કેટલાક માટીપાયાળુ કાલસાના તત્ત્વના મિશ્રણવાળા મળ્યા છે અને બૂજની ઉત્તરમાં ટ્રોએસ અને સ્પીજો કેટલેક ઠેકાણે

ખાનગી કોલસાના આર્થાનર્થના પડ પશુ મળ્યા છે, પણ એનું પ્રમાણ ધણું ઓછું હોવાથી એ ઉપયોગમાં લઈ શકાય એમ નથી.

ઊપતો અને નીચતો એમ કચ્છના ખડકોનાં જોડે જો વિશાળ પાડવામાં આવ્યા છે તો એ જો બન્ને ભાગનાં ખડકોમાં ધણું સામ્ય રહે છે. ખાસ કરીને સામુદ્રિક અવશેષો નીચતા ભાગમાં મળે છે, અને ઊપતા ભાગમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો મળે છે, જોડે અપચાદ રૂપે ચારી આગળ ધણા સામુદ્રિક અવશેષવાળાં ખડકોમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો પણ થોડાથોડા નજરે પડે છે; અને કચ્છના પશ્ચિમ ભાગમાંના ઊપતા વિભાગમાં સામુદ્રિક અવશેષવાળાં થર પણ મળ્યાં છે. આ પરથી જણાશે કે ઊપતો અને નીચતો વિભાગ એ જુદા ભાગો ન હોતાં એક જ ભાગના બન્ના હોવા જોઈએ અને એક જ કાળમાં એમનો ઉદ્ભવ પણ થયો હોવો જોઈએ. એમાં મળતાં એમોનાઇટ્સ, બેસેન્નાઇટ્સ, ફ્લુરોટોમારીઆ, આવીકયુલા, જરવીલીઆ, લીમા, ન્યુકયુલા, ઓરટ્રીઆ, ફોસેડામિયા, ટ્રાઇએલીઆ, રહિનકોનેલા, ટેરીસ્ટયુલા, વગેરે અવશેષો પરથી એનો જૂરતરયુગ મધ્ય અને ઊપતા જપુરાસિકકાળનો ગણવામાં આવ્યો છે.

વાઇનના મત પ્રમાણે કચ્છના જપુરાસિકયુગનાં ચરોતી જાડાઇ લગભગ ૬૦૦૦ ફૂટ જેટલી ગણવામાં આવી છે; તેમાંથી ઊપતા ભાગની જાડાઇ ૨૦૦૦ ફૂટ જેટલી માનવામાં આવે છે. આ તો જેમ દેખાય છે તે જ જાડાઈ આપવામાં આવી છે, પણ ખરી રીતે એની જાડાઇ ઘણી વધારે હોવી જોઈએ; કારણ કે એની ઉપરનાં ચરોતો મોટા ભાગ ખવાઇ ગયો છે અને એનું તાળિયું તો જમીનની અંદર હોવાને લીધે બહાર જોઈ શકાયું નથી.

કચ્છ સિવાય ગુજરાતમાં બીજે ક્યાંય પણ જપુરાસિકયુગનાં ખડકો આપણને મળતાં નથી.

જપુરાસિકયુગનાં ખડકો (તીરોત્થિત ખડકો) કચ્છના ધણા

મોટા ભાગમાં છે અને તે જ પ્રમાણે એની જાડાઈ પણ ઘણી જ છે. અને ઉપર બતાવ્યા પ્રમાણે એ જમીન ખડકોના બંધારણ-કાળ દરમિયાન ધીમેધીમે હેઠે ગઈ હોય તો તીવ્રતિથત ખડકોમાં આટલી બધી જાડાઈનાં ચરો મળવાં અશક્ય છે.

રણમાં મળતાં ખારાશવાળા બધાં માટીદ્રવ્ય હેઠળ આકાશનયુગ-નાં નાષ્ટિક ખડકો હોવાં જોઈએ અને જ્યુરાસિકયુગનાં જે ખડકો મળે છે તેના વળ આખા કચ્છની લખાણએ પૂર્વપશ્ચિમ જાય છે અને ત્યાંથી પાછા ફર ઉત્તરમાં કચ્છનાં રણનાં મેટામાં દિશિગાયર થાય છે.

પૂર્વ કાઠિયાવાડમાં પ્રાગંધા આગળ મળતાં જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો પણ આ કોટિનાં છે.

કચ્છનાં જ્યુરાસિક ખડકોને નીચે પ્રમાણે ચાર ભાગોમાં વહેંચી દેવામાં આવ્યાં છે. ડૉ. આર્થરહેમે એમની વહેંચણી નીચે પ્રમાણે કરી છે :

ઉમીઆ (૩૦૦૦ ફૂટ)	{	દરિયાઈ રેતીપાથાણુ અને માટીપાથાણુ : સાષકાડ, કેનિફર અને ફર્ન (ગોંડવાનાયુગના) દરિયાઈ રેતીપાથાણુ અને કોંગ્રોમેરેટ.
--------------------	---	--

કેટ્રાસ (૧૦૦૦ ફૂટ)	{	દરિયાઈ રેતીપાથાણુ અને માટીપાથાણુ : ચેરીસ્ટ્રીનકાટીસ અને ઓપેલાઆ લોખંડી તરવેચળા લાલ અને પીળા રેતીપાથાણુ : સ્ટેફનોસીરાસ અને એસપીડોસીરાસ.
-----------------------	---	--

ચારી

(૧૧૦૦ ફૂટ)

ધોસા જિલાઇટ, જિલાઇટ ચૂર્ણપાપાથ :

ચેટ્ટોસીરાસ, એસપીડોસીરાસ

સફેદ ચૂર્ણપાપાથ :

ચેટ્ટોસીરાસ અને ઓપેલીઆ.

લોખંડી તત્ત્વનાં કણવાળા (nodules) માટીપાપાથ :

હારપોસીરાસ.

“ગ્રેડકન જિલાઇટ”વાળા માટીપાપાથ :

મેકરેસીફેલાઇટસ અને ઓપેલીઆ.

પચ્ચમ

(૧૦૦૦ ફૂટ)

ભૂરા ચૂર્ણપાપાથ :

ઓપેલીઆ, કોરસ, બ્રેકિયોપોડ.

પીળા રેતીપાપાથ અને ચૂર્ણપાપાથ :

ટ્રાઇગોનીઆ, કોરબ્યુલા.

પચ્ચમ કોટિ : સૌથી એકદમ નીચેનાં પચ્ચમ કોટિનાં ખડકો કચ્છના રણમાં આવેલા પચ્ચમ ખેટમાં મળે છે અને તે ઉપરાંત કચ્છમાં મળે છે. ઉત્તરમાં નજરે પડતાં આ ખડકો બીજા ખેટમાં પણ જણાયાં છે. એનાં પડો દક્ષિણમાં દરિયા તરફ જતાં ધીમે ટોળાવ ધારણ કરે છે. આ કોટિનાં ખાસ કરીને મળતા પીળા રેતી-પાપાથ અને ચૂર્ણપાપાથ એમેનાઇટસ અને લેમેસીઆકના અવશેષો ધરાવે છે, જેવા કે ટ્રાઇગોનીઆ, લીમા, કોરબ્યુલા, જરવીલિયા, એલો-જીરા, વગેરે, વગેરે.

ચારીકોટિ : જૂજ આગળના ચારીગમમાં નીકળતાં આ ખડકોને ચારી કોટિનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. લાલ અને પદ્મામી રંગના લોખંડી તત્ત્વોવાળા આ માટીપાપાથ અને ચૂર્ણપાપાથમાં ખાસ કરીને, સીક્લોપોડસના અવશેષો મળે છે, જેવા કે હારપોડીરાસ, એસપીડોસીરાસ, ફાઇલોસીરાસ, ઓપેલીઆ, સ્ટ્રેનોસીરાસ, વગેરે.

એકદમ ઉપરની—એક ઉપરની બાબુએ—ધોસા જિલામટ નામના ચૂર્ણપાપાણુ પડેલા છે; જ્યારે તંજિયે “ગોલડન જિલામટ” નામના ચૂર્ણપાપાણુ મળે છે. આ ચૂર્ણપાપાણુમાંના જિલામટ ગોળગોળ કણોરૂપે લોખંડી તત્વોથી છવાયેલા છે.

કેટ્રોલ ક્રોટિ: ચોરીક્રોટિની ઉપર પડેલાં માટીપાપાણુ અને રેતીપાપાણુ કેટ્રોલ ક્રોટિને નામે ઓળખાય છે. ઉપરના ભાગમાં રેતીપાપાણુ પ્રવર્તે છે. માટીપાપાણુ લોખંડી તત્વથી મોટા પ્રમાણમાં બેઢાયેલા છે. ખાસ મળતાં અવશેષોમાં હારપોસીરાસ, ફાઇવોસીરાસ, લાંબાંટાં સીરોસે, વગેરે, જોવામાં આવે છે.

ઉમિયો ક્રોટિ: કેટ્રોલ ક્રોટિની ઉપર કચ્છનાં જ્યુરાસિક ખડકો પડ્યાં છે અને ઉમિયોક્રોટિનો નામથી જાણીતો છે. લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલાં જાંઝાં વંજાં બિન્નીબિન્ની રંગનાં રેતીપાપાણુ અને રેતાળ માટીપાપાણુનાં બન્યાં છે. ઉમિયોક્રોટિનો વિસ્તાર કચ્છમાં ઘણો બહોળો છે અને તેની ઉપર દક્ષિણ દ્રેપનાં લાવાનાં પડ પડેલાં છે. વિલિયમસોનિયા, ટીલોફાઇલમ, એકીફાઇલમ, સાઇકાડ, કેનિફર, એલમનાઇટ, ઉમિએઆઇટ, ટ્રાઇબોલીઆ, વગેરેનાં અવશેષો આ ખડકોમાંથી મળે છે.

કાઠિમાવોડના ઇસાન ખૂણામાં નરમ સફેદ અને લોખંડી તત્વનાં જોળવાળાં ખડકોં ઉમિઆએલિના સમકક્ષીન ગણાય છે. પ્રાગધામાં મળતાં આ રેતીપાપાણુ મેકાનનાં બાધકામ માટે ખોદકામ કરવામાં આવે છે.

સૈજપૂતાનોનાં જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો:

જ્યુરાસિકયુગનાં સમુદ્રનાં પાણી કચ્છ પ્રદેશથી પણ આગળના વિસ્તારમાં વધારે પહોંચ્યાં હતાં આજનો ઓળખાતો રાજપૂતાનોનો પ્રદેશ એ સમુદ્રનાં પાણી નીચે ઢંકાયે મયો હતો. આ સમુદ્રનાં પાણીમાં બધાયેલાં ખડકોનાં નાનાંનાનાં કણકે કણકે થરના રણની

રેતીની બહાર દેખાય છે; જ્યારે ખુફી નજરે ન પડે એવા એના ભાગે રેતીનાં પડ હેઠળ ઢંકાયેલા હોવા જોઈએ.

જેસલમેર અને બિકાનેરમાં મળતાં ખડકો આ યુગનાં જ છે. અને એમાં મળતા અવશેષોને લઈને એ ખાસ ઉપયોગી જણાયું છે. એકદમ તળીએ મળતાં ખડકો "બામીરના રેતીપાથાણુ" તરીકે ઓળખાય છે, જેમાં રેતીપાથાણુ ઉપરાંત ગ્રીટ અને કાઝોમેરેટ જેવાં ખડકો પણ મળે છે. એની ઉપર આવેલા અવશેષથી ભરપૂર ચૂર્ણપાથાણુ અને ઘેરા રંગના રેતીપાથાણુની કાઠિને "જેસલમેર ચૂર્ણપાથાણુ"નું નામ આપવામાં આવ્યું છે. ફોસેડોમિયા, કારબુક્ષા, ન્યુક્રુક્ષા, પેક્ટેન, નાટીલસ અને એમોનાઇટ્સ જેવા અવશેષો એમાં મળે છે. આ ખડકો ઉપર લાલ સોખંદી તરવથી ભેદાયેલા રેતીપાથાણુ, માટીપાથાણુ અને ચૂર્ણપાથાણુ આ અનુક્રમે જ પડેલા છે.

દક્ષિણ રાજપૂતાનામાં મળતાં જ્યુરાસિકયુગનાં આ ખડકોની ઉપર ઇમોક્ષીનયુગના ન્યુસિટિક સંખ્યાશી પડો બંધાયેલાં મળે છે.

કંઠશીઅસ સીસ્ટીમ

આફ્રિકા અને ઓસ્ટ્રેલીઆનો સંગમ સાધતો ગોડવાનીલેંડ આ યુગમાં પણ અસ્તિત્વ ધરાવતો હતો. તેને લઈને ઉત્તરમાં ટાઇધીઝ મહાસાગર અને દક્ષિણ અને પૂર્વના મહાસાગરો જુદા પડતા હતા. ટાઇધીઝ મહાસાગરનાં પાણી દિમાચ્ચ અને ટીબેટનાં ભૂતળ પર હજી પણ રહ્યાં હતાં અને એમના એક ફોટા સૈન્ટરેન્જ, પશ્ચિમ સિંધ, બલુચિસ્તાન, કચ્છ અને ત્યાંથી પણ આગળ નમંદાના તટમાં થઈ લગભગ મધ્ય હિંદુસ્તાન સુધી પહોંચ્યો હતો. એ જ પ્રમાણે દક્ષિણ મહાસાગરનો એક ફોટાએ કોરોમંડલ કાંઠાને ભીંજવી ઉત્તરમાં આસામ અને સિંધુગંગાના ક્રેટલાક લાગને પાણી હેઠળ દાંડી દીધો હતો. પરંતુ ઉત્તર અને દક્ષિણ મહાસાગરના બન્ને

ફાંટાઓ એકેકની એકદમ આગળ આવી ગયા હોવા છતાં બન્નેનું કયાંય પણ જોડાણ થયું હોય એમ જણાતું નથી.

આ કાળે હિંદુસ્તાનના વાયવ્ય ખૂણામાં આગ્નેય કિપાધઓને કારણે બહાર નીકળેલા લાવાઓ હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પ ત્રિકોણાકાર પ્રદેશના મોટા ભાગને આવૃષ્ટાદિત કરી દીધો. 'દક્ષિણ રાજપૂતાના' અને 'ધારવાડ વચ્ચેના હજારો ચોરસ માઇલના વિસ્તારવાળો પ્રદેશ આ લાવાનાં પડ હેઠળ ઢંકાય ગયો અને હિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કિનારાથી પૂર્વમાં લગભગ બંગાળા સુધી આ પ્રવાહી લાવાનાં વહેણો વણી હતો.

નર્મદાના પંદમાં મળતા ક્રિટેશિયસયુગનાં ખડકો :

નર્મદા નદીમાં મળતાં આ ખડકો ગ્વાલીઅર સંસ્થાનમાં બાગ આગળથી નીકળી પૂર્વપશ્ચિમ પથરાઈને વડોદરાથી પણ આગળ પશ્ચિમમાં કાઠિયાવાડમાં વઢવાણ સુધી પહોંચે છે અને ઉત્તર ગુજરાતમાં પંચમહાલ એજન્સીમાં ડહ્લન ટ્રેપ્સ હેઠળ ઢંકાયેલા પડ્યા છે. ચર્ટ, અવશેષવાળા ચૂર્ણપાષાણ, રેતીપાષાણ અને શંખ જેવા ભિન્નભિન્ન ભાગોનાં ખડકોનો એમાં સમાવેશ થાય છે.

બાગ અને વડોદરાની વચ્ચે મળતાં ખડકો માટીવાળા ચૂર્ણપાષાણનાં પ્રકારનાં છે. વડોદરા આગળ વળી અવશેષવિનાના રેતીપાષાણ મળે છે, જે ઇમારતના બાંધકામ માટેનો પથ્થર પૂરો પાડે છે.

ઝાંખા પીળા કે લગભગ સફેદ રંગના આ રેતીપાષાણમાં પડતા લાલ પટાઓ એને વધારે શોભાવમાન બનાવે છે.

ડહ્લન ટ્રેપ્સ :

લેમેટા અને બાગનાં ચરોતું બંધારણ થયા બાદ લગભગ ક્રિટેશિયસયુગના અંતમાં હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પનું ભૂકવન આંતર

ઉપાધિઓને આધીન થતાં તેમાં ઘણા મોટા ફેરફાર થયા, જેને લઈને દ્વીપકલ્પનો મોટો ભાગ ભૂગર્ભમાંથી નીકળેલા લાવાદ્રવ્યથી આગ્રહાદિત થયો, કેટલાક પારીક નિરીક્ષણ પછી એમ માનવામાં આવે છે કે આટલું બધું લાવાદ્રવ્ય જ્યાંલામુખીના મુખમાંથી નદિ નીકળતાં જમીનમાં પડેલા ચીરા કે ફાટદ્વારા બહાર આબુ હશે. આ બધા લાવાદ્રવ્યમાંથી કે એની સાથે નીકળેલા સર ફાઇ દ્રવ્યમાંથી ઉદ્ભવેલાં ઘસેને “ડેક્કન ટ્રેપ્સ”ના નામ આપવામાં આવ્યું છે. સ્વીડીશ ભાષાના ‘ટ્રેપ’ શબ્દમાંથી પગથીઓ અર્થ નીકળે છે અને આ નામ એટલા માટે જ આપવામાં આવ્યું છે. કારણ કે ડેક્કન ટ્રેપ્સનાં અવલંક્રિયાઓથી ઉદ્ભવેલાં કુ’ગરાકુ’ગરીઓ દૂરથી જોતાં ઊર્ધ્વાનીમાં પગથીઓના આકારને ચિત્ર આપણી સંમેક્ષ બધું કરે છે.

ડેક્કન ટ્રેપ્સનો આજનો વિસ્તાર લગભગ ૨૦૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો છે. આ તો આટલા લાંબાકાળ દરમિયાન એની કયેલા અર્ધચંદ્ર બાદે આટલો વિસ્તાર આજે રહ્યો છે. પરંતુ કૂતકાળ માં એની અધારણ બાદે એનો વિસ્તાર આજે આજે ૫૦૦૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો હોય એમ કલ્પવામાં આવે છે. આ બધું લાવાદ્રવ્ય કચ્છ, કાઠિયાવાડ, ગુજરાત, ડેક્કન, મધ્ય હિંદુસ્તાન, મધ્ય પ્રદેશ, હૈદરાબાદ, ઇલાહાબદ રથગો પર પથરાયેલું મળે છે.

મુખ્યપના કાંઠા આગળ આ લાવાના પડની જગાણ વધારે ૧૦૦૦૦ ફૂટ જેટલી થઈ છે; જ્યારે કચ્છમાં મળતાં લાવાનાં ૫૩ ફૂટ ૨૫૦૦ ફૂટ જેટલાં જ જગાં જણાયાં છે.

ડેક્કન ટ્રેપ્સને તણ પેટા વિભાગમાં વહેંચી હા નીચે પ્રમાણે ક્રમવાર ગોઠવવામાં આવ્યા છે :

સુરત અને ભરૂચનાં નમ્બુલિટિક ખડકો; કચ્છનાં ઇગ્નેસીન ખડકો, લેટરાઇટનાં પડો.

ગિપલી ટ્રેપ્સ ૧૫૦૦ ફૂટ-મુખ્ય અને કાઠિયાવાડના ગિપલી ટ્રેપ્સ; લાવાના પેડા સાથે મળતા રાખની થર: મુખ્યમાં મળતા અવશેષવાળા ઇંટર ટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો.

વચક્ષા ટ્રેપ્સ ૪૦૦૦ ફૂટ-માળવા અને મધ્યદિગ્દુરતાના વચક્ષા ટ્રેપ્સ અવશેષવાળા ઇંટર ટ્રેપીઅન ખડકોના પડ એમાં કયયિ જ્યાં નથી.

નીચક્ષા ટ્રેપ્સ ૫૦૦ ફૂટ-મધ્યપ્રાંત, નર્મદા અને વરાડના નીચક્ષા ટ્રેપ્સ; એમાં અવશેષવાળા ઇંટર ટ્રેપીઅન ખડકો પુષ્કળ મળ્યાં છે.

-નાનો કમલાંગ

લેમેટા અથવા ઇન્ક્રાટ્રેપીઅન શ્રેણી; ખાગના થર; જખલપુરના ખડકો અને બીજાં જૂનાં ખડકો.

લેમેટા અને ખાગનાં થર :

ડેકનશ્રેણીનાં ખડકોને ચાર જુદા ભાગોમાં વહેંચી દેવામાં આવ્યાં છે, જેમાંની સૌથી જૂનાં ભાગનાં ફોરેશીઅસ થરને નામે આપેલાં છે; અને એ જ ફોરેશીઅસયુર્મનાં ખડકો પાછાં આપેલાં - દેવાડ, નાગપુર અને નર્મદાનદીનાં તટમાં જોવા મળે છે. ત્રીજા વિભાગમાં મુખ્ય ઇંટમાં મળતા ઇંટરટ્રેપીઅન ખેડસને મૂકવામાં આવ્યાં છે અને ચોથા ભાગમાં ડેકનટ્રેપને નામે આપેલાં ખાલ આંત્રીય ખડકોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. પશ્ચિમે દિંદમાં અને તેમાં યુજરાતમાં મળતા આ ખડકો મુખ્ય ઇલાકાનો ઘણો મોટો ભાગ રોકે છે અને મુખ્ય ઇલાકામાં મળતા બધા યુગનાં ખડકોના સાથે મળી ચતા વિસ્તાર જોવા લગભગ એનો વિસ્તાર જણાયો છે. મુખ્યત્વે કરીને ડેકન શ્રેણીનો ઘણો ભાગ ખેસોર્ટ નામનાં ખાલ આંત્રીય ખડકોનાં બંધા છે અને નર્મદાના તટમાં

આ આગ્નેય ખડકોની નીચે આવી રહેલા જલકૃત ખડકોનાં યર જણાયાં છે, જે ખાગ, હોટા હિંદુર અને રાજપીપળાના ક્રીટેશિયસ-યુગનાં ખડકો તરીકે જાણીતાં યયાં છે. વળી, ભૂસ્તરક્રમની દૃષ્ટિએ પણ એ ઉપયોગી જણાયાં છે.

પૂર્વ દિશામાં આગળ વધતાં કેટલેક ઠેકાણે આ આગ્નેય ખડકો (બેસાલ્ટ) ની નીચે કાંકરાળો ચૂર્ણપાષાણ મળે છે, જે કેટલેક રેતીપાષાણ કે કાંઝોમરેટમાં ભળી જાય છે. વળી પાછો એ નર્મદા નદીના તટમાં અને નાગપુરની આસપાસના વિસ્તારોમાં પણ દેખાઈ છે. આ ચૂર્ણપાષાણ જેવાં ખડકોને મિ. મેડલીકાટે લેમેટા ધાટમાં લેમેટાના યરનું નામ આપ્યું હતું, જે ખાગમાં મળતા ચૂર્ણપાષાણ ને રેતીપાષાણ સાથે સમકાલીન હોય એ સંભવિત છે. જ્યાંજ્યાં આ ઇન્કાટ્રેપીઅન (ખાગ અને લેમેટાનાં યર) ખડકો જણાયાં છે તેની ઉપર હેમેસા ટ્રેપ (બેસાલ્ટ) ખડકો પણ પડેલાં મળે છે જ.

જલકૃત ખડકોના વિષયમાં સામાન્ય રીતે બને છે તેમ લેમેટાનાં જલકૃત ખડકોનાં યરો પણ સમુદ્રના જળમાં નહિ બાંધાતાં કોઈ મોટા-તળાવના તળ ઉપર બાંધાયાં હોવાં જોઈએ; કારણ કે એમાં મળતા વનસ્પતિકુલપ્રાણીકુલઅવશેષો મીઠા પાણીમાં જીવનારા જીવોના જ છે. ઉદાહરણ્ય, પેટે આલનાર પ્રાણીઓનાં હાડકાં, મીઠા જળનાં કવચ, અને કેટલીક જમીન પરની વનસ્પતિઓ. આવાં મોટાં તળાવો પણ કેમ અને કયારે અસ્તિત્વમાં આવ્યાં તે વિષે પણ એવી માન્યતા બાંધાઈ છે કે ક્રીટેશિયસ યુગમાં જે પહેલો લાવા ભૂગર્ભમાંથી બહાર આવ્યો તેણે વહેતી નદીઓના પ્રવાહોને રુધી દઈ તેમને તળાવમાં ફેરવી નાંખ્યા અને તેની અંદર આસપાસના વિસ્તારનો કાંપ, જીવશેષ વગેરે ઘસડાઈ આવી તેમાંથી લેમેટાનાં જલકૃત ખડકોના જન્મ યયો હોવો જોઈએ. આ દૃષ્ટિએ જોતાં જો કે ખાગનાં યર જલકૃત ખડકોનાં યર લેમેટાનાં યરથી જુદા પડતા દેખાય છે, છતાં લેમેટા અને ખાગનાં

ઊપલાં થરના ખનિજસમુદાય સાથે ધણું જ સામ્ય બતાવે છે, અને બાગ- અને લેંબેટા એ બંને જગ્યાના ખડકોનાં થર એની ઉપર આવી- રહેલા ટ્રેપનાં ખડકો સાથે પણ બરાબર ક્રમવારી બતાવે છે.

બાગનાં થર ચૂર્ણપાષાણ અથવા ચૂર્ણવાળા માટીપાષાણ, અને રેતીપાષાણ ખડકોના બન્યા છે અને એમની ક્રમવારીમાં ચૂર્ણ- પાષાણ રેતીપાષાણ પર જ હંમેશાં પડેલા મળે છે. ખૂદ બાગના વિસ્તારમાં જ લગભગ ૨૦ થી ૩૯ ફૂટની જાડાઈનો ચૂર્ણપાષાણ ૮૦ થી ૧૦૦ ફૂટની જાડાઈવાળા રેતીપાષાણ પર પડ્યો છે. આ રેતીપાષાણ કેટલેક ઠેકાણે કૉંગ્લોમરેટનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે, તો ક્યાંક એ માટીપાષાણ જેવો દેખાય છે. પશ્ચિમમાં અલિરાજપુર અને છાટાઉદેપુર આગળ ક્રિટેશિયસયુગનાં ખડકોમાં રેતીપાષાણ અને કૉંગ્લોમરેટનાં થર ઉપર કાંકરાળા ચૂર્ણપાષાણ અને ચૂનાવાળા માટી- પાષાણ વિસ્તરે છે. રાજપીપલાના કુંગરોના ઉત્તર ભાગમાં દુમખાલ આગળની દેવાની ખિણમાં લગભગ ૫૦૦ ફૂટ જાડા આ જ ચૂનાવાળા માટીપાષાણ એના કરતાં વધારે જાડા થરના રેતીપાષાણ પર પડેલા દેખાય છે, અને લેંબેટાનાં ખડકોની માફક એનાં પણ ઊપલાં ખડકોમાં ચટનાં સ્ફટિક મળે છે.

ઉપર જણાવેલા ડેક્કન ટ્રેપ નામનાં બાલ્ક આગ્નેય ખડકો (બેસાલ્ટ) જે ક્રિટેશિયસયુગમાં નીકળેલા લાવાદ્રવ્યમાંથી બન્યાં છે તે આ બાગખડકોનાં થર પર ક્રમવાર પડેલાં મળે છે, પણ એમાં જે ક્યાંક ક્યાંક એ બંને વચ્ચે તુટીઓ તો દેખાય છે ખરી, અને એ બતાવી આપે છે કે ટ્રેપનાં ખડકોની નીચે ઢંગાઈ જવા પહેલાં બાગનાં ખડકોનાં થર ધણા લાંબા કાળ સુધી વાતાવરણમાં ખુલ્લા રહી ખવણક્રિયાઓથી ખવાયલાં હોવાં જોઈએ. આ સંભવને સમર્થિત કરતાં દર્શાવે પણ જોવા મળે છે. વળી, આ ખવાયેલી સપાટીનાં દર્શાવે પરથી એ પણ નક્કી કરી શકાય છે કે બાગનાં જલકૃત ખડકોનાં થર લાવાથી ઢંગાવા પહેલાં પાણીમાંથી

બહાર જમીનરૂપે લાંબા કાળ સુધી રહ્યાં હોવાં જોઈએ, અને જે જ્વાલામુખી ફાટ્યા દ્વારે તે સમુદ્રમાં પાણીની નીચે નહિ, પણ જમીન ઉપર જ બાગ અને એની પશ્ચિમમાં મળતા અવશેષો-જેવા કે એકીનોહર્મસ, ઓરદીઆ, ચાર્કના દાંત, પેક્ટેન, હેમીએસ્ટર, વગેરે ડૉ. માર્ટિન ડનકનના મત પ્રમાણે નિઃસંશય ક્રીટેશિયસયુગના હોવાનું મનાય છે. અને તે ઉપરથી બાગનાં ખડકોના યરનો યુગ પણ ક્રીટેશિયસ યુગ નક્કી કરવામાં આવ્યો છે. પશ્ચિમે રેવાકાકા એજન્ટીમાં કવાત નામના ગામ આગળ, અને નર્મદાની દક્ષિણે રાજપીપળામાં દેવાની ખીણમાં આ ક્રીટેશિયસ યુગનાં ખડકો ટ્રેપ ભેગાં મળે છે, જ્યારે ટ્રેપના છેડા પરના છેડા પર વડોદરાસાગરથી થોડાક માઈલ દૂર નૈઋત્ય ખૂણામાં નાસણા, તલકવાડા અને ગદિશ્વરગામ આગળ આ ખડકોનાં યરનો લગભગ ૧૪ માઈલ ઉત્તર-દક્ષિણ લંબિા અને ૧૦ માઈલ પહોળો એવો મોટો પટ વિસ્તરે છે.

ડકન ટ્રેપ્સ (બેસાલ્ટ) નાં યર : પશ્ચિમ દિશ્વમાં જે જે ભૂરતરજાઓએ કામ કર્યું છે એ બધાં ખ્યાન આ આવેલે ખડકો તરફ ખેંચાયું છે, કારણ કે એમની જાડાઈ, એમનો દેખાવ, અને એમનો વિસ્તાર સંજોગવશાત એટલો બધો છે કે સાધારણ રીતે અને સહેલાઈથી એની ઉત્પત્તિ સમજાવી શકાય તેવી નથી.

એનું બધાર્થ તપાસતાં મૈલમ પડ્યું છે કે મોટે ભાગે આ ખડકો બેસાલ્ટ, એનેમેસાઈટ, ડાલેરાઈટ નામનાં આગ્નેય ખડકોનાં બનેલાં છે, જેની અદર ઓગાઈટ સ્ફટિક વિશેષ પ્રમાણમાં નજરે પડે છે. વળી આ ખડકો (બેસાલ્ટ ઇ) નું ધનપોત કેટલેક ટુકાણે ધણી ઝીણું અને બિલકુલ ધન જણાયું છે. તે વળી કાર્ક એ હિદ્રો હિદ્રોવાળા લાવાનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે કેટલાંક મોટાં હિદ્રોમાં એપેરીલાઈટ, સ્ટીતમાઈટ, હ્યુવેનાઈટ, સ્કોનેલાઈટ, અને લેમોનાઈટ, રોમેઝાઈટ, અને થોમસોનાઈટ નામના ઝીંકાવાઈટસમૂહના

સ્કટિકો ખંધાપલા મળે છે. તે ઉપરાંત કવોર્ટ્ઝ, એગેટ, વગેરે સ્કટિક પથ્થ સાધારણ રીતે ધણે ઠેકાણે દેખાય છે, કેટલાંક સખ્ત દેખાતાં ધનપોતવાળા ખડકોમાં મોટા મોટા ફેલ્સપારના સ્કટિક ધણું જ મ્થાન ખેંચે છે.

ફેલ્સપારથી ભરેલાં ટ્રેકીટીકસમૂહનાં ખડકો ધલાકાની દક્ષિણમાં ખાસ કરીને મુખર્ધ અને સાલ્સેટ બેટમાં અને ઉત્તરમાં ગુજરાતમાં વડોદરાની પૂર્વમાં પાવાગઢના કુંગરમાં મળે છે.

જે લાવાદ્રવ્યમાંથી આ ખડકો ખંધાયાં છે એ લાવાએ એક સામઠા એકી વખતે બહાર નહિ આવતાં જુદેજુદે વખતે ક્ષીપકલ્પ (ગુજરાત) ના ભૂતળ પર દેખાવ લીધો હતો અને તેથી આજે આપણને એક ઉપર એક એમ જુદાંજુદાં ચર ખંધાયાં હોય એવો ભાસ આપે છે. આ દેખાતા લાવાના ચરની ગાડાઈ ૬ ફૂટથી માંડીને કેટલેક ઠેકાણે ૨૦૦ ફૂટ જેટલાં ગાડાં ચર મળ્યાં છે. થલ અને વોર ઘાટ આગળના લાવાપર અનુક્રમે ૮૭ ફૂટ અને ૬૪ ફૂટ જેટલી ગાડાઈનાં જણાયાં છે.

જે ખીણ એક વિશિષ્ટતા આપણું ખાસ મ્થાન ખેંચી રહે છે તે એનો લાંબો પહોળો સમદર્શી પટ છે; જે કે રાજપીપલા, નર્મદાની ઉત્તરમાંના કુંગરાઓ, ખાનદેસની ઉત્તરમાં સાત-પુર્ગાનાં કેટલાક ભાગો અને પશ્ચિમ કિનારા પર હમણા આગળના વિસ્તારમાં એ લાવાનાં ચરોએ એક લીધો હોય એમ ચોખ્ખું દેખાય છે. આ એક અથવા દોળાવ આ ખડકોના ખંધારણ વખતે નહિ પણ ખંધાયા પછી ધણા લાંબા કાળે એમાં આવ્યો હોવો જોઈએ અને તેમ માનવાને ખાસ અગત્યનું અને ધણું સખળ કારણ એ મળ્યું છે કે એની ઉપર નીચેનાં જલકૃત ખડકોએ પણ એ જ પ્રમાણે એક ખંધાયો છે.

આ બધું છતાં આ આખું ખડકો જણાણમુખીના કાપડપ

‘છે એ તો નિર્વિવાદ છે. મુખ્ય બેટમાં સાયન, પાલશીની ફેલો-
-સ્ટાફ અને રાષ્ટ્રની ટેકરીઓમાં, અને સાયસેટ બેટમાં જોગેશ્વરી
આગળ કેનેરીની ગુફાઓમાં મળતા લાવા સાથે હંમેશાં નીકળતાં
રાખ જેવાં માટીદ્રવ્ય (બેસિયા અને એશનેક્સ) ના લાવાનાં ઘરોની
વચ્ચે વચ્ચે મળતાં પડે એની સાક્ષી પૂરે છે. લાલ માટી જેવું
જે દ્રવ્ય ધણી વખત લાવાના ઘરોની વચ્ચે ‘ધાંચેલું’ જડે છે એ
પણ એક વખતે જ્વાળામુખીમાંથી નીકળેલું’ ભરમદ્રવ્ય જ હોય
જોઈએ; કારણ કે એની અંદર જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા ગેળ,
લવણોળ વગેરે આકારના પર્યયો મળે છે. કેટલીક વખત સપાટી
પર વહેતા જળને કારણે એમણે જલકૃત ખડકોના જેવું રૂપ
ધારણ કરેલું હોય એમ દેખાય છે. ’

આ પ્રમાણે આ ખડકો જ્વાળામુખીદ્વારા નીકળતાં લાવાનાં
પરિણામરૂપે છે એ ધટનાને હવે સત્ય હકીકત તરીકે ગણવામાં
આવે છે; છતાં લાંબા વિસ્તારમાં દેખાતી એની સમદર્શિતા અને
એનાં નિયમિત સમદર્શી ઘરો એના જ્વાળામુખીકારણભૂત માન્ય-
તાને પ્રુષ્ટિ આપતાં નથી. અર્વાચીન કાળમાં મળતા જ્વાળામુખીમાંથી
નીકળતા લાવા એના મુખ આમળ ત્રિકોણકારમાં એકલા યતા જણાય
છે. આતુ’ તો કાંઈ આપણને અહીં મળતું નથી વળી, ધણી લાંબા
વિસ્તારમાં ક્યાંય પણ જ્વાળામુખીનું કોઈ મુખ શુદ્ધ જણાતું નથી
અને જે મળે છે તે ધણાં જ જૂજ અને નહિ જેવાં છે. હોટા-
હોટપુરની નૈઋત્યમાં નર્મદાનદીના તટ આગળ મેટાપીનાઇના કુંગરામાં
જ્વાળામુખીનું મુખ આપણને જોવા મળે છે, જે ટ્રેકાઇટ
નામના ખડકનું બન્યું છે. રાજપીપલાનાં ખડકોમાં પણ આવી
કાંઈક મળે છે છતાં જ્વાળામુખનું વધારે સુંદર દર્શાત તો કચ્છના
જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકોમાં ને જૂજની પશ્ચિમે આવેલા દીનોદર નામના
જ્વાળામુખીમાં જોવા મળે છે. મુખ્ય અને સાયસેટ બેટમાં અને
એમની પૂર્વના ભાગમાં ધણે ઠેકાણે ધણી કાંઈક નજરે પડે છે.

તેમ જ એ બેટામાં મળતા બેસિયા અને હસ્તમદ્રવ્યનાં ચરો પણ એની આસપાસના વિસ્તારમાં જવાબામુખીનું મુખ હોવાનું સ્પષ્ટ કરે છે.

આ આગ્નેય ખડકોનાં ચર પ્રવાહીરૂપે ભૂગર્ભમાંથી બહાર આવેલા લાવાના જ બન્યાં છે એ નક્કી; પણ એની સાથે સાથે 'મળતું' લગભગ બેખડકે માટી જેવું લાવાદ્રવ્ય ખરું લાવાદ્રવ્ય નહીં પણ જવાબામુખમાંથી નીકળતો દવ સરખો પદાર્થ જ હોય એ વધારે સંભવિત છે.

ધણા મોટા વિસ્તાર સુધી મળતા સમદર્શી લાવાનાં ચર અને ત્રિકોણાકાર રાખ અને બેસીઆનાં અને લાવાનાં ચરોના અભાવની 'ઘટનાનું' નિરાકરણ કરતાં કેટલાક ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ એવું માને છે કે એ બધું લાવાદ્રવ્ય સમુદ્રનાં પાણી હેઠળથી બહાર આવ્યું હશે, એટલે એ સામુદ્રિક જવાબામુખીઓ સમુદ્રમાં ફાટ્યા હોવા બેધએ; અને તેમ યથું હોય તો જ આ લાવા આટલા બધા મોટા વિસ્તારમાં સમદર્શીપણું જાળવી રહે. અને તેનું કારણ એ કે ઉપરના પાણીના દબાણની નીચે પ્રવાહી લાવા પોતાના પ્રવાહી રૂપમાં લાંબા કાળ સુધી રહી શકે અને પ્રવાહી રૂપમાં જ મોટા વિસ્તારમાં વિસ્તરી શકે. વળી, એ લાવાની સપાટી પર જણાતાં અસંખ્ય છિદ્રો પણ પાણીના કારણે જ સંભવિત બની શકે અને રાખ અને બેસીઆ વગેરે ત્રિકોણાકારમાં જમા નહિ થતાં સમુદ્રની સપાટી પર પથરાઇ જાય છે.

પણ આ માન્યતાની વિરુદ્ધ પક્ષમાં પણ ધણું બોલાયું અને 'સખાયું' છે, અને તેનાં પ્રમાણભૂત કારણો પણ મળ્યાં છે. પ્રવાહી લાવા જમીનની સપાટી પર જ ફાટ્યા હશે એ માન્યતાને પ્રુટિ આપતાં દૃષ્ટિ રાજમહેદ્રીના લાવાનાં ચરોમાં મળે છે. એની સાથે બળેલા થોડા અવશેષો મળે છે, વળી છાછરાં પાણીમાં સમુદ્ર-કિનારાની ધણી જ નજીક કે જમીનની અંદર આવતા ખાડીના પાણીમાં જીવનારા જીવોના અવશેષો છે, આ પણ એ જ બતાવે છે

કે એ લાવા બહુ બહુ તો જાજરા પાણીમાં અથવા જમીન પર જ
 ભૂગર્ભમાંથી નીકળ્યો દરો. વળી, રેવાકાઠા એજન્સીમાં દેવાડમાં અને
 મુંબઇ વગેરે જગ્યાએ મળતા મીઠા પાણીનાં જળકૃત ખડકોના આધારે
 પણ કહી શકાય કે એવી આસપાસ પથરાયેલા લાવા જમીનની
 સપાટી પર જ આવ્યા દરો. પરંતુ મૌથી મજબૂત પુરાવા તો જે
 જમીન ઉપર એ લાવાએ પહેલવહેલું દર્શન દીધું હતું એ જમીન-
 માં જ મળે છે. એકદમ છેક તળીઆના લાવાનાં ઘર જે જમીન પર
 પડ્યા છે તે જમીનની સપાટી એટલી બધી ખાડાટેકરાવાળી છે કે
 એવી રચના જર્મનના વાયુ, વરસાદ, ઉષ્મામાન વગેરે ક્રિયાઓના
 ખવણના કારણે જ ઉપસ્થિત થઈ શકે. કેટલેક ઠેકાણે તો લગભગ
 હજાર હજાર (૧૦૦૦) ફૂટ જેટલી જાડી ખીણો ખણાયેલી જોવામાં
 આવે છે, જે કદી પણ સમુદ્રજળની ક્રિયાદ્વારા કાયમી બની શકે
 એમ નથી, ખડું કારણ જોતાં એ તો જમીનને સમતલ પ્રદેશ જ
 બનાવી દે છે. વળી અર્ચા કે દલીલ ખાતર માની પણ લઈ એ કે
 એટલો જમીનપ્રદેશ વાયુ, વરસાદ, વગેરેથી ખવાઈને સમુદ્રનાં જળ
 હેઠળ આવ્યો ગયો હોય અને પછી લાવા બહાર આવ્યો હોય પણ
 જો તેમ થયું હોય તો પછી ક્યાંક પણ આપણને લાવાનાં ઘરની
 નીચે સમદર્શી જળકૃત (સામુદ્રિક) ખડકોનાં પડ મળવાં જોઈએ. પણ
 એ વસ્તુસ્થિતિ તો ક્યાં પણ મળતી નથી. છેક તળીઆના લાવાનાં ઘર
 નીચે મળતા લંમેટાના જળકૃત ખડકોનું બંધારણ મીઠા તળાવના
 પાણીમાં થયું હોવાનું પુરવાર થયું છે, અને ખાગનાં જળકૃત ખડકો
 જે સમુદ્રના પાણીમાં બંધાયેલાં છે તેની સપાટી વાયુ, વરસાદ, વગેરે
 ક્રિયાઓની ખવણથી ખવાયેલી હોવાથી ઘણી જ ખાડા ટેકરાવાળી છે.
 આ વસ્તુસ્થિતિ ઈલાકાના ઘણા જાગ્રોમાં જોવામાં આવે છે, અને
 તેથી હવે એવી માન્યતા રદ થઈ છે, કે કેકન ટ્રેપને નામે ઓળ-
 ખાતાં બધાં ઘરનું લાવાદ્રવ્ય સમુદ્રમાં નહિ પણ જમીનની સપાટી
 પર જ ફાટેલા જ્વાલામુખીમાંથી બહાર આવ્યું હતું.

લાવાનાં ચરોની જડાઈ એકંદરે લગભગ ૫૦૦૦ થી ૭૦૦૦ ફૂટ જેટલી કદપવામાં આવે છે અને એ બધા લાવાના જમા થવાને પણ ધણો લાંબો કાળ થયો હોવો જોઈએ; કારણકે લાવાનાં ચરોની વચ્ચે મળતાં ઈન્ટરટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો અને તેમાં મળતા અવશેષો એ લાવાનાં ચરની વચ્ચેના અન્તરગાળાનું સૂચન કરે છે. એ અન્તરગાળામાં લાવા બહાર આવતો અટકી ગયો હોવો જોઈએ. મધ્ય ક્રિટેશિયસયુગનાં પાગનાં જલકૃત ખડકોનાં ચર લાવાના આરંભકાળનું સૂચન કરે છે; જ્યારે સુરત આગળ મળતા ધઆસીનયુગના નમ્બુલિટિક ખડકો એનો અંતકાળ દાખવે છે. કચ્છમાં પણ ડેક્કન ટ્રેપની ઉપર નમ્બુલિટિક ચર પડેલાં મળે છે અને એ બેની વચ્ચે લાલ લોખંડી તરવવાળું માટીનું પડ હોય છે.

નર્મદાનદીથી શરૂ થતો ટ્રેપ દક્ષિણમાં ઠેંક ગોઆ, બેલગામ સુધી પહોંચે છે અને નર્મદાનદીની ઉત્તરમાં રેવાકાંઠાની એજન્સી-માંના થોડા ભાગમાં દેખાવ દષ્ટિ ઊંચાઉંચેપુરની દક્ષિણમાં અદશ્ય થાય છે. તે પછી ટ્રેપનો બનેલો પાવાગઢનો કુંગર એકલો જોાય છે, અને ત્યાંથી વળી દેવાડની આસપાસ ટ્રેપ ફરી પાછો દેખાય છે. એક લાંબો ટ્રેપનો પટો કાઠિઆવાડને અને બીજો પાંચદસ માઇલનો પહોળો પટ કચ્છના મોટા વિસ્તારને રાખી દે છે.

ઈન્ટરટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો : આ શ્રેણીમાં ખાસ કરીને મળતાં જુદીજુદી જાતનાં ખડકોમાં ચૂર્ણપાષાણ, ચૂનાવાળા માટી-પાષાણ, ચટ્તા અને રેતીપાષાણ છે; તેમાંથી મીઠા પાષાણના જુદા અને વનસ્પતિના અવશેષો ફાઇલા, લીમનિયા, પાલુડીના, મેસાનીઆ, ઉનીયો વગેરે જેવા મળ્યા છે. લાવાને તળીએથી લગભગ ૩૦૦ થી ૪૦૦ ફૂટની ઊંચાઈએ એ જેવામાં આવે છે. ત્રણ કે બે હજાર તો ચાર માઇલના ટૂંક વિસ્તારમાં પથરાનાં આ ચરોની જડાઈ લાગ્યે જ ૨ કે ૩ ફૂટથી વધારે જણાઈ હોય. આ ઈન્ટરટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો લાવાનાં

ચર પર જ બંધાર્યા હશે અને તેમી ઉપર ખીજ લાગનાં થશે એ આકમણ કયું હશે એ સત્ય નિર્વિવાદ છે; કારણકે એ જલકૃત ખડકોની સપાટીનાં પડમાં ફેરફારો થાય છે અને સખ્ત બને છે; જ્યારે એના તળાચાલું પડ તેની તે અવસ્થામાં પૂર્વવત્ રહે છે. આ કહેવાતા ઇંટરટ્રેપીઅન “ફાઈઝ બેડ્સ” ગુજરાતમાં રેવાકાંઠા એજન્સીમાં દેવાદ (દાહોદ) આગળ અને ખીજે કચ્છમાં મળે છે. મુખર્ષ બેટમાં મળતાં ઇંટરટ્રેપીઅન ખડકો છેક ઉપર ટ્રેપની સાથે સંબંધમાં છે. એનાં ખડકો માટીપાણી મીઠા પાણીમાં બંધાયેલાં ખડકો છે એમ એની અંદર મળતા દેડકાના અવશેષો પરથી નિર્વિવાદ સિદ્ધ થાય છે. મુખર્ષ બેટમાં વરલીની ટેકરીમાં આ અવશેષો મળે છે. ખીજ મળેલા અવશેષોમાં જંતુઓ અને જમીનની વનસ્પતિના અવશેષો પણ છે. મુખર્ષ પાસેના સાલસેટ બેટમાં પણ આવી જાતનાં ખડકો મળ્યાં છે. આ ઇંટરટ્રેપીઅન મીઠા પાણીનાં જલકૃત ખડકોની ઉત્પત્તિનાં કારણો વિષે કહેવામાં આવે છે કે વાયુ વરસાદથી ખવાઈને બનેલી લાવા ખાડ, ટેકરા બને નદીનાગાની, બધાં સપાટી પર જે વખતે નવો લાવાપ્રવાહ નીકળ્યો હશે તેણે પાણીના પ્રવાહોને રૂંધીને તળાવોને જન્મ આપ્યો હશે. આ તળાવોની અંદર કાળક્રમે જલકૃત ખડકોનું બંધારણ થયું હશે એમ મનાય છે. મુખર્ષ બેટમાં મલખાર અને વરલીની ટેકરીઓમાં આ ખડકો ધણી સારી રીતે જોઈ શકાય છે.

ટર્શીઅરી ધટના

મુરોપના ટર્શીઅરી યુગનાં ખડકો તપાસતાં એક ખાસ વિચિત્રતા જણાઈ છે તે એ કે એ યુગમાં મળતા પ્રાણીઓના અવશેષો ક્રીટેશીઅન યુગના પ્રાણીના અવશેષો કરતાં ઘણી જ જુદી જાતના અને અતિ ઉત્ક્રાંત પામેલા છે. ક્રીટેશીઅન યુગનાં પ્રાણીઓનું આ યુગમાં બિલકુલ અગત્ય જણાતું નથી, અને સંભવિત છે કે એ

પ્રાણીઓનો વચમાળામાં જ સદંતર નાશ થઈ ગયો હોય. આ યુગમાં રતનવાળા પ્રાણીઓનો વિકાસ બીજા કોઈ પણ પ્રાણી ઉપર સર્વોપરિ જણાય છે.

આ કાલનો હિંદુસ્તાનના જીવનવિકાસનો ઇતિહાસ પણ આવી જ સહાદતો પૂરી પાડે છે. તે ઉપરાંત હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પના અને યુગરાજ પ્રદેશોના બૃહવચમાં થયેલા ફેરફારો પણ નોંધવા જેવા છે. હિંદુસ્તાનના બૃહવચનું જે સ્વરૂપ આજે છે તે આ કાળે અસ્તિત્વમાં આવ્યું હતું. આ યુગમાં જે મહત્વના બનાવો બન્યા, જેને લીધે હિંદુસ્તાનના બૃહવચનું સ્વરૂપ બદલાયું: (૧) અમેરિકા, આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન, ઑસ્ટ્રેલીયા ખંડોને જોડતો ગૅંગ્ગાનાલૅન્ડ તુટતાં એ જમીનના કેટલાક ભાગો સમુદ્રનાં પાણી નીચે અદસ્ત થયાં એમ કહેવાય છે કે ગૅંગ્ગાનાલૅન્ડની તુટવાની ક્રિયા એક સામરી નહીં થતાં ત્રણ જુદેજુદે કાળે થઈ હતી. પહેલાં ઑસ્ટ્રેલીયા અને મલાયાના દ્વીપસમૂહ છૂટા પડ્યા ત્યારપછી દક્ષિણ આફ્રિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા વિખૂટા થયા; અને અંતમાં હિંદુસ્તાન અને માડાગાસ્કરનું જોડાણ સાધતા લેમુરીઆ પ્રદેશ નીચે બેસી જવાથી અરબીસમુદ્ર અસ્તિત્વમાં આવ્યો; (૨) વળી ઉપર જણાવેલા ટાઇપીકલ સમુદ્રનું તાજ ઉપર આવવાથી દ્વિભાસમપર્વતોનો જન્મ થયો.

ગુજરાતમાં ટર્શીઅરીયુગનાં ખડકો ખાસ કરીને સુરતમાં બોધાન આગળ અને ભરૂચમાં રતનપુર આગળ મળી આવ્યાં છે. ઉત્તર ગુજરાતનો મોટો ભાગ ટર્શીઅરીયુગ બાદ બધાયેલા માટી-રૂપ કે “કાળી જમીન” હેઠળ દંકાયેલો છે. સંભવિત છે કે સુરત અને અમદાવાદ વચ્ચેનો ફગડૂપ પ્રદેશ કાંતો ઉપનદીઓના કાંપથી ને કાંતો સમુદ્રનાં ધસડાઈ આવતા કાંપનો બનેલો હોય. અને એ જ કાંપથી પ્લીએસ્ટોસીનયુગમાં ધસી આવેલા અંભાતના અખાત અને કચ્છના રણને જોડતાં સમુદ્રના કાંટાનું પૂરાણ થયું હોય. કાઠિયાવાડના દ્વીપકલ્પ અને અમદાવાદ વચ્ચેના નીચાણવાળા પ્રદેશમાં

ચર પર જ બંધાર્યા હશે અને તેમી ઉપર ખીજ લાગનાં યરોએ આક્રમણ કર્યું હશે એ સત્ય નિર્વિવાદ છે; કારણકે એ જલકૃત ખડકોની સપાટીનાં પડમાં ફેરફારો થાય છે અને સખ્ત બને છે; ત્યારે એના તળીઆનું પડ તેની તે-અવસ્થામાં પૂર્વવત્ રહે છે. આ કહેવાતા ઇંટરટ્રેપીઅન “ફાઇઝ બેક્સ” ગ્રજાતમાં રેવાકાંઠા એજન્સીમાં દેવાદ (દાહોદ) આગળ અને ખીજે કચ્છમાં મળે છે. મુખ્ય બેટમાં મળતાં ઇંટરટ્રેપીઅન ખડકો એક ઉપર ટ્રેપની સાથે સંબંધમાં છે. એનાં ખડકો માટીપાણી મીઠા પાણીમાં બંધાયેલાં ખડકો છે એમ એની અંદર મળતા દેડકાના અવશેષો પરથી નિર્વિવાદ સિદ્ધ થાય છે. મુખ્ય બેટમાં વરલીની ટેકરીમાં આ અવશેષો મળે છે, ખીજ મળેલા અવશેષોમાં જંતુઓ અને જમીનની વનસ્પતિના અવશેષો પણ છે. મુખ્ય પાસેના સાલસેટ બેટમાં પણ આવી જાતનાં ખડકો મળ્યાં છે. આ ઇંટરટ્રેપિયન મીઠા પાણીનાં જલકૃત ખડકોની ઉત્પત્તિનાં કારણો વિષે કહેવામાં આવે છે કે વાયુ વરસાદથી બંધાઈને બનેલી લાવા ખાડા, ટેકરા અને નહીનાળાની, બધા સપાટી પર જે વખતે નવો લાવાપ્રવાહ નીકળ્યો હશે તેણે પાણીના પ્રવાહોને રુધિને તળાવોને જન્મ આપ્યો હશે. આ તળાવોની અંદર કાળક્રમે જલકૃત ખડકોનું બંધારણ થયું હશે એમ મનાય છે. મુખ્ય બેટમાં મલખાર અને વરલીની ટેકરીઓમાં આ ખડકો ધણી સારી રીતે જોઈ શકાય છે.

ટર્શીઅરી ઘટના

યુરોપના ટર્શીઅરી યુગનાં ખડકો તપાસતાં એક ખાસ વિશિષ્ટતા જણાઈ ॥ તે એ કે એ યુગમાં મળતા પ્રાણીઓના અવશેષો ફીટરશી-અથયુગના પ્રાણીના અવશેષો કરતાં ઘણી જ જુદી જાતના અને અતિ ઉત્ક્રાંત પામેલા છે. ફીટરશીઅથયુગનાં પ્રાણીઓ આ યુગમાં ખિલકુલ અસ્તિત્વ જણાવું નથી, અને સંભવિત ॥ કે એ

પ્રાણીઓનો વચગાળામાં જ સદંતર નાશ થઈ ગયો હોય. આ યુગમાં રતનવાળાં પ્રાણીઓનો વિકાસ બીજા કોઈ પણ પ્રાણી ઉપર સર્વોપરિ જણાય છે.

આ કાળનો હિંદુસ્તાનના જીવનવિકાસનો ઇતિહાસ પણ આવી જ સદાદતો પૂરી પાડે છે. તે ઉપરાંત હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પના અને કુમરાળ પ્રદેશોના બૂકવચમાં થયેલા ફેરફારો પણ નોંધવા જેવા છે. હિંદુસ્તાનના બૂકવચનું જે સ્વરૂપ આજે છે તે આ કાળે અસ્તિત્વમાં આવ્યું હતું. આ યુગમાં જે મહત્ત્વના બનાવો બન્યા, જેને લીધે હિંદુસ્તાનના બૂકવચનું સ્વરૂપ બદલાયું: (૧) અમેરિકા, આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન, ઑસ્ટ્રેલીયા ખંડોને જોડતો ગોંડવાનાલેંડ તૂટતાં એ જમીનના કેટલાક ભાગો સમુદ્રનાં પાણી નીચે અદૃશ્ય થયા. એમ કહેવાય છે કે ગોંડવાનાલેંડની તૂટવાની ક્રિયા એક સામરી નહીં થતાં ત્રણ જુદેજુદે કાળે થઈ હતી. પહેલાં ઑસ્ટ્રેલીયા અને મલાયાના દ્વીપસમૂહ છૂટા પડ્યા ત્યારપછી દક્ષિણ આફ્રિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા વિખૂટા થયા; અને અંતમાં હિંદુસ્તાન અને માડાગાસ્કરનું જોડાણ સાધતા લેમુરીયા પ્રદેશ નીચે જેસી જવાથી અરબીસમુદ્ર અસ્તિત્વમાં આવ્યો; (૨) વળી ઉપર જણાવેલા ટાઇપીક સમુદ્રનું તળ ઉપર આવવાથી હિમાલયપર્વતોનો જન્મ થયો.

ગુજરાતમાં ટર્શીયરીયુગનાં ખડકો ખાસ કરીને સુરતમાં ખોદાન આગળ અને જાડ્યમાં રતનપુર આગળ મળી આવ્યાં છે. ઉત્તર ગુજરાતનો મોટો ભાગ ટર્શીયરીયુગ બાદ બધાયેલા માટી-રૂપ કે “કાળી જમીન” હેઠળ દંકાયેલો છે. સંભવિત છે કે સુરત અને અમદાવાદ વચ્ચેનો ફગડ્ડા પ્રદેશ કંતો ઉપનદીઓના કાંપથી ને કંતો સમુદ્રમાં ધસડાઈ આવતા કાંપનો બનેલો હોય. અને એ જ કાંપથી પ્લીએસ્ટોસીનયુગમાં ધસી આવેલા ખંભાતના અખાત અને કચ્છના રણને જોડતાં સમુદ્રના કાંટાનું પૂરાણ થયું હોય. કાર્કિ-યાવાડના દ્વીપકલ્પ અને અમદાવાદ વચ્ચેના નીચાણવાળા પ્રદેશમાં

મગતું ખારા પાણીનું તળાવ (નલ) હજી પણ જૂતકાળનાં અંદરે
ધસી આવેલા સમુદ્રના ફટિલું સૂચન કરે છે.

પેરીમ બેટમાં મળતા દર્શીઅરીયુગનાં ખડકો

એલીગેસીનથી માંડીને તે પ્લાયોસીન કાળ સુધીનાં ખડકો
કાઠિયાવાડની પકલપતી પૂર્વ અને પશ્ચિમમાં ટ્રેપનાં ખડકો ઉપર પડેલાં
જણાયાં છે. પશ્ચિમમાં ત્રિપ્સમ ખનિજની માટીવાળાં ખડકો અને
તેની ઉપરના રેતાળ ચૂર્ણપાષાણ “દ્વારકાના ખડકોને” નામે ઓળખાય
છે. ભાવનગરમાં પણ આ ખડકો મળે છે અને તે વળી પાછા
ખંભાતના અખાતમાં પેરીમ બેટ તરીકે દ્રશ્ય થાય છે. વડોદરા
અને કાઠિયાવાડના પૂર્વ કાંઠા પર મળતા હાયડ્રોકાર્બન ઝેલના
ઝરાઓથી એવું અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે ખંભાતના અખાતની
ખાતે બાળુએ ઇઓસી-માયોસીન કાળનાં ખડકો અને નમ્બુ-
લિટિક ખડકો દર્શીઅરીયુગ બાદ બંધાયેલા માટીનાં પડ હેઠળ
ઢંકાઇને પડ્યાં હોવાં જોઇએ.

દર્શિયરી બ્લૂઝ

પુષ્કળ અવશેષો જેવાં કે ફોરેમીનિફરા, એકીનોડર્મઝ, મોડુરકા,
વગેરે વાળાં આ ખડકોએ જો કે શ્રવણ શાળીઓનું પુષ્કળ પ્માન
ખેંચ્યું છે છતાં એ યુગનાં ખડકોની અતુલમાવલિ વિશે ધણું કહેવાનું
રહે છે. મળેલી સદાદતો પરથી હમણાં તો ઓમડર દર્શિયરી ત્રિપ્સિ
પશ્ચિમ હિંદુસ્તાનમાં ટ્રેપની ઉપર પડેલાં ખડકોથી માંડીને પેરીમનાં
થરો સુધીનાં ખડકોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. આ યુગમાં
મળતાં ખડકોના બંધારણમાં ધણા ફેરફારો જણાયા છે યુગરાતમાં
મળતાં આ યુગનાં ખડકો કતિ રેતીપાષાણ હોય છે કે કતિ માટી-
પાષાણ હોય છે, અને તેમાં મળતા જમીનની વનસ્પતિ અને જીવોના
અવશેષો મીઠા પાણીમાં બંધાયેલા હોવાનું સૂચન કરે છે. આ ખડકો

ક્રિતિ શ્રેણિને તળીએ મળે છે કે ક્રિતિ છેક ઉપર દેખાય છે, અને મધ્યમાં સામુદ્રિક જગત્પ્રતિબિંબ પ્રવર્તે છે.

સુરત અને ભરૂચ

સુરત આગળ ટશિંવરી બુદ્ધને તળીએ મળતા જાડા, લોખંડી તત્ત્વવાળા માટીપાણી લાવાના ખવણુ બાદ ઉત્પત્તિ પામતા લેટરાષ્ટ નામના ખડકો જેવા દેખાય છે અને એ ખડકો કદાચ લેટરાષ્ટ જ હોય એમ માનવા બાપણે પ્રેરાઈએ છીએ. કારણ કે એની નજીક-માં જ લાવાનાં યર દષ્ટિએચર થાય છે અને એની ઉપર આ માટી-પાણી પડ્યા છે, પરંતુ ખારીક અવલોકન પછી ખાતરીથી કહી શકાય છે કે એ ખડકો જળમય ક્રિયાથી જ બાંધાયા હશે; જો કે એનું બહુ માટીદ્રવ્ય દ્રેષ ખડકોએ જ પૂરું પાડ્યું હોય એ સંભવિત છે. આ યરોની સાથે કોંબોમ્બેટ અને મરડિયાનાં યરો પણ જણાયા છે. ચોખ્ખા ચૂર્ણપાણીનાં યરોથી માંડીને રેતાળ, માટીચળા, અને લોખંડી તત્ત્વના ભેળથી ભેદારેલા ચૂર્ણપાણીનાં યરો નમ્યુનાઈટ જીવશેષોથી ભરપૂર છે. આ યરો સિંધનાં ખડકો અને મુરોપના ઇએસીનકુગનાં ખડકો સાથે ધણું જ સામ્ય દેખાડે છે.

આ ચૂર્ણપાણીની ઉપર મરડિયાનાં ધણાં જાડા પડ બાંધાયા છે. અને ક્ષાંત્રકર્ષક ખીળ દ્વારોનાં મિશ્રણથી બાંધાઈ જાંધને કોંબોમ્બેટનું રૂપરૂપ પણ ધારણ કરે છે. રેતાળ માટી અને લોખંડી-તત્ત્વથી આગ્રહિત થયેલા રેતીપાણી પણ નજરે પડે છે. એની અંદરથી મળતા અવશેષો નીચેના ચૂર્ણપાણીના અવશેષોથી જુદા પડી જાય છે અને એનું પ્રમાણ ધણું ઘટી ગયેલું લાગે છે. આ બે જાતનાં પડોની વચ્ચેના કાળમાં જળમય ક્રિયાઓનું કાર્ય બાંધ થઈ ગયું હોવું જોઈએ એમ માનવાનાં બાપણને કારણે મળે છે; કારણ કે સુરતની પૂર્વમાં તડકેસર અને ગુલા આગળ-જ્યાં નીચેના ચૂર્ણપાણી દરમ થયા છે ત્યાંથી-ઉત્તરે એ ખડકો ઉપરનાં મરડિયા-

વગેરેથી દ'કાયેલાં પડ્યાં છે.

ઝોછાવત્તા પ્રમાણુમાં આ ઉપરના મરડિયા ઇત્યાદિ ગટા અને કરજન આગળ તાપી નદીમાં દેખાય છે અને કીમામલી અને ઇલાવ આગળ પાછા કીમ નદીમાં જોવા મળે છે. બરુચની પૂર્વે રતન પુર આગળ વહેતાં નાગાંમાં આ ચરના વળ ધણા મોટા પ્રમાણમાં દૃશ્ય થવા છે, અને મુખ્યત્વે કરીને આ વળ રેતીપાયાણુ, મરડિયા અને કોંગ્લોમેરેટના બન્યાં છે. ક્યાંકક્યાંક લાલ અથવા સફેદ માટીનાં પડ પણ નજરે ચડે છે. ટ્રેપના ખવણુથી ઉદ્ભવેલા ઍગેટ અને બીજા Quartzite ખનિજના પથ્થરો આ વળોમાં પ્રુક્ષ્ણ મળે છે. ખંભાતના વખણાયેલા ઍગેટ અને કાર્નેલિયન નામના ખનિજના પથ્થરો આ મરડના વળમાંથી જ મળે છે.

સુરત અને બરુચ આગળ જણાતાં ઇઓસીનયુગનાં આ ખડકો ટ્રેપની ઉપર એક પટ્ટી સરખાં પડ્યાં છે. પણ પશ્ચિમમાં જતાં તો પાછા હાલમાં ખંધાયેલા માટીપડ હેઠળ અદૃશ્ય થઈ જાય છે. તાપીનદીની દક્ષિણમાં ક્યાંકક્યાંક થોડાં થોડાં આ ખડકો દેખાય છે. પરંતુ નર્મદા નદીની ઉત્તરમાં તો ક્યાંયે એ જણાતાં નથી.

ધેરીમનો ટાપુ

અહીં મળતાં ખડકો ઉપર જણાવેલા સુરત અને બરુચ આગળ મળતાં ખડકોના યુગનાં જ છે કે તેનાથી પણ નવા યુગનાં ખડકો છે તે કંઈક મુશ્કેલ છે. પરંતુ કટલેક અંશે એ સુરત આગળના કીમ અને તાપીના ખડકો સાથે સામ્ય દેખાડે છે એ નોંધવા જેવું છે. સપાટ પ્રદેશથી જવાયેલા આ નાના ટાપુનાં ખડકો પણ અનુપ્રરથતા જાળવી રહ્યાં છે અને તેને લાંબને ધણાં ઝોલાં પડેા. આપણને જોવા મળે છે. ધણા બારીક રેતીપાયાણુના ટૂંકકાઓ અને ઍગેટ નામના ખનિજ પથ્થરવાળા કોંગ્લોમેરેટનું વળ ધણું ઉપયોગી જણાયું છે; કારણ કે એની અંદરથી લાકડાના અને

સસ્તન પ્રાણીઓના અવશેષ મળ્યા છે. આ અવશેષ શિવા-
લીકનાં અવશેષોને મળતા આવે છે. માર્કોડોન લેટીડન્સ, સુસ,
કાઇનોથેરિયમ, ષ્વામાથેરિયમ, અને કેમલોપારડાલીસ જેવા મળતા
અવશેષો પરથી પેરીમટાપુના ખડકોને માયોસીનયુગમાં મુકવામાં
આવ્યા છે.

કાઠિયાવાડ

પેરીમનાં ખડકો જેટલા નહિ તો પણ પેરીમમાં મળતાં હાડકાંના
અવશેષો જેવા જ અવશેષો કાઠિયાવાડને કાઠે ઘોધા આગળ
મળે છે. જાંબૂડા રંગની માટીનાં જડા ધર ઉપર પડેલા કેમ્બ્રીમરેટના
ધરાને એક સાંકડો પટ કાઠિયાવાડને કિનારેકિનારે જતો ગોપનાથ
સુધી પહોંચે છે. અહિંયાથી છાંટછાટ અથવા ધાખાવાળી માટી,
અને ચૂર્ણપાયાણુ પ્રવર્તે છે, અને એની ઉપર મીલીઓલાઇટના
નામથી ઓળખાતો ચૂર્ણપાયાણુ પધારો છે. ગોપનાથથી આગળ
પશ્ચિમમાં જતાં આ ચૂર્ણપાયાણુ અવશેષોનાં ચિહ્ન દાખવે છે અને
વધારે પશ્ચિમમાં જતાં એમાંથી ઇયોસીનયુગના અવશેષો મળે છે.
સંશીરાખાદ અને પાટણ વચ્ચે એ ચૂર્ણપાયાણુ મીલીઓલાઇટ હેઠળ
ઢંકાઇ ગયો છે.

કચ્છ

ન્યુમિસ્ટ્રિક અને એની જોડેનાં બીજાં ખડકો કચ્છની પશ્ચિમમાં જ
ફક્ત જોવામાં આવે છે અને પૂર્વમાં જતાં માંડવી આગળ એ નવાં
યુગના હેઠળ ઢંકાઈ ગયેલાં છે. એને તળીએ જુદાજુદા રંગની માટીનાં
અને લેટરાઇટનાં પડ મળે છે. લાલ કીરમજી વગેરે રંગની માટીનાં
પડ આપણું ખાસ ધ્યાન ખેંચે છે. અને ઘણાંમી લોહતત્ત્વનું
મિશ્રણ નજરે પડે છે. આ માટીના પડ ઉપર રેતીપાયાણુ
અને લાલ, બૂરા, તથા સફેદ રંગના જમીનના છોડના અવ-
શેષવર્ગના માટીપાયાણુ પધારા છે. આ માટીપાયાણુની જડાઈ

૨૦ ફૂટથી માંડીને ઉપર અને પૂર્વમાં લગભગ ૨૦૦ ફૂટ જેટલી વધે છે. સાધારણ રીતે આ માટી અને લેંટરાઈટના ખડકો ટ્રેપ ઉપર ક્રમવાર ગોઠવાયેલા જણાય છે, પરંતુ મહાર અને લખપત આગળ ટ્રેપને ઢાંધી દઈ નીચેના જ્યુરાસિકયુગના ખડકો પર પડેલા દેખાય છે, જેથી ટ્રેપ સાથેના સંબંધની એની ક્રમવારીમાં આપણને શકા લાગી શકે છે.

કચ્છની પશ્ચિમમાં મળતાં આ જુદાજુદા રંગની માટીનાં પડ ઉપર માટીપાણી મળે છે. આ માટીપાણીમાં હોડના અવશેષો જેવામાં આવે છે અને ખાસ કરીને પાંદડાના અવશેષ, વળી વધારે નીચે જતાં માટીપાણીમાં પાછરાઈટ અને કોપસો પણ મળે છે. પાછરાઈટ અને હોડના અવશેષવાળા આ માટીપાણી સિંધમાં પણ આપણને જોવાને મળે છે.

મિનારા પર પડેલો ટર્શિયરીયુગના ખડકોનો પડ કચ્છની પશ્ચિમે બાંધાયેલા સિંધુનદીના મુખપ્રદેશમાં અદૃશ્ય થઈ જઈ વળી પાછો સિંધુમાં માટી હેઠળ દબાયેલો આપણા જોવામાં આવે છે. અને ત્યાં જ આ ખડકોની પૂર્ણદ્રિતિ થતી જોવામાં આવે છે. કારણ કે અહીં વળી એક નવા જ નમુનસિદ્ધિકના અવશેષવાળા ચૂણ-પાણી નામક નવા ખડકની શરૂઆત થાય છે. આ નમુનસિદ્ધિકના અવશેષવાળા ચૂણ-પાણી દ્વિમાલ્યપર્વતોથી માંડીને જૂનપ્પસમુદ્ર સુધી વિસ્તરેલા છે. આ સિવાય સિંધમાં ટર્શિયરીયુગ કરતાં જૂનાં ખડકો ક્યાં જણાતા નથી.

કચ્છોટદનરી વ્યૂહ

તાપી અને નર્મદા

દીપકલ્પની ધણી નદીઓની પેઠે તાપી અને નર્મદાનાં તટોમાં મળતા જૂનાં માટીનાં પડો ધણી ઉપયોગી જણાતાં છે. આજનાં પાણીનાં વહેણથી ઘણે જગ્યાએ મળતાં આ ખડકોમાંથી કરોડવાળાં

અને સ્તનવાળાં પ્રાણીઓના અવશેષ ઉપરાંત મનુષ્યના આગમન-
કાળની નિશાનીઓ અને સહાદતો મળી છે, જેમાં છરી, કુહાડી, પાણી
આકારના પથ્થરો, ઇંટ્યાદિનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે.

વળી, મળેલી સહાદતો પરથી એમ પણ માનવામાં આવે છે
કે આ કાળે નર્મદા અને તાપી નદીનાં વહેણો ક્યાંક મળતાં હતાં
અને ધણા નજીકના જૂતકાળમાં જૂકંપના કારણે છૂટા પડ્યાં હતાં.
જમણપુર આગળના નર્મદાના પાણીના ધોધ પણ નર્મદાનદીના
વહેણમાં થયેલા ફેરફારનું સૂચન કરે છે.

ઉપર જણાવેલ જૂની દર્શિયરી અને ઊપલા દર્શિયરી વચ્ચે
સમયગ નહિં જેવો જ ભેદ જણાય છે. અને આ બંને યુગનાં
ખડકો એકેકમાં બેળાઇ જાય એ બિલકુલ સ્વાભાવિક લાગે છે.

કાંઠયાવાડના ઊપલા દર્શિયરીયુગનાં ખડકો

કાંઠયાવાડીપકલપને પશ્ચિમ કાંઠે મળતા સરેલ જિલ્લાવાળાં
ખડકો મિલિઓસાઇટ અથવા “પોરબંદરના પથ્થર”ના નામથી
જાણીતા થયા છે. ફેરામીનીફરાના અવશેષવાળા આ ચૂર્ણપાયણ
ધરના બાધિકામ અર્થે મુખ્ય મોકલવામાં આવે છે. એનાં રાસાયણિક
તત્વોનાં મિશ્રણમાં ઠેકણેડાણે ફેર પડે છે. પશ્ચિમ કાંઠે કરતાં
ગોપનાથ આગળ એમાં માટીનું મિશ્રણ વધારે પ્રમાણમાં જણાય
છે. એના બંધારણકાળે થયેલા પાણીના વહેણના ફેરફારો એમાં
મળતા current bedding ના ચિહ્નોમાં જોવાને મળે છે.
કાંઠયાવાડના સમગ્ર આખા દક્ષિણ કાંઠે આ ખડકો દેખાય છે.

કુચ્છમાં મળતા ઊપલા દર્શિયરી (અથવા કવોટરનરી)
યુગનાં ખડકો

(૧) મિલિમિનિન જાતનાં ખડકો.

(૨) પાચા રેતીપાણણ, ચૂર્ણ અને સિલિકાના ભેગવાળા ઓદસ, ગ્રેવલ અને કોએમરેટ.

(૧) જૂરા રંગની રેતી અને રેતીપાણણ.

નર્મદાનદીના તટમાં મળતાં મરડિયાનાં પડોમાંથી રતનવાળી પ્રાણીઓનાં હાડકાં મળે છે, જે હાલનાં પ્રાણીઓની સાથે ઘણું સામ્ય દર્શાવે છે. જે વળમાં એલીફન્ટ, હીપોપોટેમસ, મુસ, ઈક્રાસ, બેસ, સરપસ વગેરેનાં હાડકાં મળ્યાં છે તેનું યુગાન્તર કો-ફોર્મનરે પ્લાઝેસિકા એટલું મૂક્યું છે.

સિંધ, કચ્છ અને ગુજરાતની કાંપવાળી જમીન

મુખ્ય ઇલાકાના વાવવ્ય ખૂણામાં મળતા રેતી અને માટીથી મુખ્યત્વે છવાયેલા સપાટ પ્રદેશનો વિસ્તાર ધણો મોટો છે. આ રેતી અને માટીનાં પડ નદીનાર્ગના તટમાં અને નદીના મુખ આગળ ખંધાતા મુખપ્રદેશમાંથી ઉદ્ભવ્યાં હોય એ સંભવિત લાગે છે. સિંધ હેદાખાદથી માંડીને અમદાવાદ સુધી આ સપાટ પ્રદેશ વિસ્તરેલો છે અને ઉત્તર હિંદુસ્તાન સિંધુ અને મગધાનદીના કાંપથી બનેલા પ્રદેશનો જ આ એના નૈર્ઋત્ય ખૂણાનો એક ભાગ હોય એમ લાગે છે. આ સપાટ પ્રદેશ પર કોઈ એક સમયે સમુદ્ર વિસ્તરેલો હશે એ દલીલ એના કંઠા પર મળતા સમુદ્રજળમાં ખંધાયેલા ટર્શિયરીયુગનાં ખડકો પૂરી પાડે છે. કચ્છ અને કાઠિયાવાડની જોઆણવાળી જમીનો પણ આ સપાટ પ્રદેશની જ બની છે.

આ આખો પ્રદેશ-જે એક વખત સમુદ્રનાં પાણી હેઠળ હોવાનું મનાય છે એણે-આજે સુકા જમીનપ્રદેશનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે. એક બાજુથી દિમાલય અને બલુચિસ્તાન અને બીજી તરફ હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી નીકળતી નદીઓમાં ધસઝાઈ આવતું માટીદ્રવ્ય, રેતી, ગ્રેવલ ઇત્યાદિથી આ સમુદ્રસ્થળ પૂરાં જમીને

જમીનપ્રદેશ બન્ને હોય એમ લાગે છે. ધીમી ગતિથી ચાલુ રહેતી આ ક્રિયા હજી પણ ચાલુ જ છે.

કચ્છનો રણપ્રદેશ પણ એક કાળે સમુદ્રના પાણી હેઠળ રૂબેરો હોવાનું કહેવાય છે અને તેણે પણ એની અંદર વહેતી નદીઓના કાંપથી પૂરાઈ જમીનનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે; જો કે હજી આજે પણ આ રણપ્રદેશ વરસાદના પાણીથી ભરાઈ જાય છે. એની અંદર ખનાસ અને લૂણી અને કચ્છનાં બીજાં નાનાં નદીનાળાંનાં પાણીનો ભિન્ન થતાં કચ્છનું રણ સમુદ્રનું જ સ્વરૂપ લે છે. અને વરસાદના બીજા બધા દિવસોમાં સૂકું રહે છે. હંતકયા એવી છે કે પ્રાચીન કાળમાં કચ્છનો રણપ્રદેશ રણ નહિ પણ દરિયાનું 'મારું' હશે, જેમાં વ્યાપારનાં વહાણો અંદર આવતાં હતાં. ઘણાં નવા કાળનાં સમુદ્રજળમાં બધાંયેલાં ખડકોનાં પડ અને કપાંક કપાંક મળતાં જૂનાં પડી રહેલાં વહાણો એ વિષેની સાક્ષી પૂરે છે. વળી, એ પણ શક્ય છે કે સિંધુનદીનાં વહેણ આ તરફ જ વહેતાં હતાં અને હાલમાં લાવે છે એના કરતાં વધારે કાંપ લાવતાં હશે.

પૂર્વમાં ખંભાતનો અખાત પણ પૂરાતો જવાનાં ચિહ્ન માત્રમ પડ્યાં છે. ખંભાતના અખાતની પૂર્વમાં સાબરમતી, મહી, માલુ અને નર્મદા જેવી મોટી નદી આવીને ખંભાતના અખાતને મળે છે, અને પુછળ કાંપ લાવીને બધાં અડીં એકઠો કરે છે. ખંભાતને અખાત અને કચ્છનો રણપ્રદેશ એક કાળે સાથે જોડાયેલા હશે; કારણ કે હજી પણ બન્ને એક નીચા જમીનના સાંકડા પટથી જોડાયેલ રહ્યાં છે. ગુજરાતની ઉત્તરમાં મળતું આજા રંગનું એક વિષમ પણ ઉત્તરમાંથી વહેતી કાંઈક નદીઓ જ લાવી હોય એમ માની શકાય અને રોજસં તો એમ પણ માને છે કે સિંધુનદી એક કાળે દક્ષિણ તરફ ખંભાતના અખાત તરફ જ વહેતી હતી.

કાંપથી જમીન પૂરાવા સથિ એ ક્યાર તરફની જમીન પણ

આમે મામે કાઈક ધીમા આંતરહોમોને લખને ઉપર આવી હશે; કારણ કે કાઠિયાવાડના દક્ષિણ કાંઠા પર એ વિષેનાં થણાં ચિહ્નો મળે છે. પાટણ આગળની નાળામાં હવે ફક્ત મોટી ભરતી વખતે જ પાણી પહોંચે છે; મરણ પામેલાં ઓછસ્ટર હાલના પેટ્રબંદર આગળ એના રહેણાંની જગા કરતાં લગભગ ૨૦ ફૂટ જેટલી ઊંચી જગાએ મળે છે. પોતે મળવેથી સદાહતો પરથી ચિયોબોદ્ધનું એવું કહેવું છે કે ઇ. સ. ૧૮૫૬ ની સાલમાં અહીંની જમીન લગભગ ૧૦ ફૂટ જેટલી ઊંચે આવી હતી. ઇ. સ. ૧૮૧૯ ના ભૂકંપવખતે કચ્છના રણનો કેટલોક ભાગ ઊંચે આવ્યો હતો અને કેટલોક તીચે ખેસી ગયો હતો. ઇ. સ. ૧૮૨૮માં સીંદરીની આસપાસ જે પાણી નજરે પડતાં હતાં તે સુકાઈ જઈને તે સ્થાને બિલકૂલ જમીન થઈ ગઈ હતી આ બધી સદાહતો કચ્છનો રણપ્રદેશ અર્વાચીન કાળમાં ઊંચે આવ્યો છે એ હકીકતની સાક્ષી આપે છે.

સિંધુનદીના મુખપ્રદેશનું કચ્છનું રણનું અને ખંભાતની ઉત્તર અને પૂર્વમાં વિરતરેણું એકલુવિષમ આખા સુરતજિલ્લામાં પથરાયેલું નજરે પડે છે. દક્ષિણને પ્રદેશ પણ એ જ એકલુવિષમનો બન્યો છે અને દક્ષિણમાં ઠેક મુંબઈ સુધી પહોંચે છે.

વિરોહલ કાંઠો

શેલ અને એવલના મિશ્રણથી બનેલાં આ ખડકો ગુજરાતના પશ્ચિમ કાંઠા પર ક્યાંક ક્યાંક મળે છે. મુંબઈના બેટમાં અને માહીમની ખાડીમાં અને કિનારા પર પણ આ ખડકો દ્રશ્યમાન થાય છે અને ઉત્તરમાં દમણ સુધી પહોંચે છે. આ ખડકો એ ભાગની જમીનના ઊંચે આવવાની નિશાનીરૂપે છે. કાઠિયાવાડનાં મિલિયોલાઇટનાં ચૂર્ણપાથણ પર પણ આ ખડકો બંધાયા છે અને લગભગ ૬૦ ફૂટ જેટલી જડાઇનાં થર બંધાયા છે.

કપાસની કાળી જમીન

રીમરને નામે એલાખાતી કપાસની કાળી જમીન પાણીની જીનાસ લાગતાં ઘણી ચીકટ અને ચીકાસવાળી બને છે અને સૂકાતાં વજનમાં હળવી અને ચીરા પડીને બઝરી બની જાય છે. ડક્કન ટ્રેપના વિસ્તારવાળી ખંધી જગાઓમાં આ કાળી, ભૂરી કે આછા ભૂરા રંગની જમીન જોવા મળે છે. ડક્કન ટ્રેપ લાવાના ખવણથી આ જમીનનો ઉદ્ભવ થયેલો મનાય છે. organic matter ના મિશ્રણથી આ કાળી જમીનનું માટીદળ્ય એતપ્રેત થયેલું છે.

ગુજરાતની ખનિજસંપત્તિ

ખનિજના ઉપયોગનો ઇતિહાસ ઘણો જૂનો ઇતિહાસ છે. પૃથ્વી પર મનુષ્યના આગમન પછી માનવજાતિએ એવી સખત પ્રમાણે પૃથ્વીના પડમાંથી મળતાં ધાતુઓ કે ખડકોનો ઉપયોગ જુદીજુદી રીતે કર્યો છે. ઇતિહાસનાં ખાનાં તપાસતાં અને ઐતિહાસિક કાળની જીતરમાં ડોકિયું કરનાં ખનિજના આ રસમમાં ઇતિહાસનાં ઝાંખાં દર્શાવે “પથરયુગ”માં થાય છે. તે વખતે ચક્રમક જેવા પથ્થરમાંથી (ખનિજ-રક્ષાટકનાં) માથુસે પોતાના ઉપયોગનાં હથિયારો બનાવ્યાં હતાં. ત્યારપછી તે લોખંડ અને ત્રાંશુજેવી ધાતુઓનો પણ છૂટથી ઉપયોગ થયેલો જણાયો છે. વળી, સોનું અને ચાંદી જેવી ધાતુઓ અને કીમતી પથ્થરો (ખનિજો) નો પણ કયાના વિકાસ કાળે અને રત્ન તરીકે કે શોભા અર્થે પુષ્કળ ઉપયોગ થયો છે.

પરંતુ જેટલા પ્રમાણમાં અને જેટલી જાતનાં ખનિજો પર માનવજાતિએ આજે જે પ્રશુલ્લ મેળવ્યું છે તેવું અને તેટલું પ્રશુલ્લ ફ્રેન્ચ બળવાના કાળે તેને મળ્યું નહોતું. આજે તો પ્રખરું સામર્થ્ય કેટલેક અંશે એના દેશનાં ખનિજધન પરથી અંકાય છે. લગભગ ૧૦૦ વર્ષ પૂર્વે શરૂ થયેલા ઔદ્યોગિક વિપ્લવના જન્મકાળે પ્રખળવનના ધડતરમાં ખનિજને યોગ્ય સ્થાન.

મળ્યું. આ વસ્તુરિચ્છિતિયું યથાયોગ દર્શન નીચેની દુકાઠનોથી થશે:

લોખંડ, ત્રાણું અને બળતણખનિજની પેદાશ છેલ્લાં સો વર્ષ દરમિયાન સોગથી વધી છે, અને આપણા ઐતિહાસિક કાળ કરતાં છેલ્લાં સો વર્ષમાં જ સૌથી વધારે ખનિજો શોધાયા છે અને તેના ઉપયોગ પણ થયો છે. ફક્ત યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં છેલ્લાં વીસ વર્ષમાં સૌથી વધારે ખનિજો ખોદાયા છે અને છેલ્લાં ૪૦ વર્ષમાં એનો ઉપયોગ પંદર ગણો વધ્યો છે. કેટલાક ધણાં ઉપયોગી ગણાતાં ખનિજોનું ઉત્પાદન દુનિયાભરમાં દરેક દસ વર્ષના ગાળામાં લગભગ બમણું થતું ગયું છે. અમેરિકાની શોધ થયા પછીનાં ૪૦૦ વર્ષમાં જેટલું સોનું ખણી દેલું છે તેટલું સોનું છેલ્લાં વીસ વર્ષમાં દુનિયાભરમાં ખોદી દેલું છે. ૧૯ મી સદી સુધીનો ઐતિહાસિક કાળ તપાસતાં માલુમ પડે છે કે ઇ. સ. ૧૬૨૯ માં જગતભરમાં થયેલી ત્રાંબાની પેદાશ આખા ઐતિહાસિક કાળની પેદાશ કરતાં બમણી હતી.

યંત્રવિજ્ઞાન અને વ્યાપારની દિનપ્રતિદિન પ્રગતિ થતાં વ્યાપાર-વિષયક ખનિજજાણીએનો આકંઠો વધતો રહ્યો અને એ વધીવધીને આજે ૭૭ નો થયો છે. ધણા કાળ સુધી નકામી જેવી ગણાતી ખનિજજાણી આજે અતિઉપયોગી ગણાતી થઈ ગઈ છે.

આટલા મોટા પ્રમાણમાં ખનિજના ઉપયોગનો અખતરો જગતભરના ઇતિહાસમાં પહેલવહેલો જ અને અપૂર્વ કદી ચકાવ. ભૂતકાળમાં એની બરોમરી કરે એવું કાંઈ દર્જાત આપણને જડતું નથી; એટલે એનાં શાં પરિણામે આવશે અથવા તે એ બાબિ પ્રગ. જીવનમાં કેવા કેવા ફેરફારો આણશે એ કહેવું મુશ્કેલ અને છે.

યંત્રવિજ્ઞાન અને વેપારની પ્રગતિ થતાં ખનિજની માગણી વધતી જ રહે છે અને આ માગણી ખાસ કરીને તે જે દેશની પાસે ખનિજધન પુષ્કળ જથ્થામાં પડ્યું છે તે દેશ પાસે જ થાય

છે. દાખલા તરીકે, લોખંડ તો લગભગ દુનિયાના ધણા દેશોમાં મળે છે, છતાં યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ, ફ્રાન્સ, ઇંગ્લેન્ડ, સ્વીડન, અને સ્પેન જેવા દેશો પર એની માગણી ધણી જ રહે છે. સારો કાલસો આપણને પૂર્વ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ, ગ્રેટ બ્રિટન અને પશ્ચિમ જર્મનીમાંથી જ મળે છે. પેટ્રોલિયમની મોટી પેદાશ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ કરે છે. લગભગ ૫૫ ટકા જેટલી દુનિયાની ત્રાંખાની પેદાશ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં છે. મેંગેનીઝ ખાસ કરીને હિંદુસ્તાનમાં મળે છે, તે જ પ્રમાણે પોટાશની પેદાશ જર્મની કરે છે. આ પ્રમાણે જગતભરમાં ખનિજોનાં મુખ્ય ઉત્પત્તિસ્થાનની સંખ્યા લગભગ ત્રીસ સુધી પહોંચે છે અને એ રીતે અમુક ખનિજ અમુક દેશની વિશિષ્ટતારૂપે જ રહે છે.

ઉપર જણાવેલી હકીકતો ઉપરથી માલુમ પડશે કે દરેક પ્રાંતને ખનિજધન માટે એકબીજાની મદદ ઉપર નબલુ' પડે છે સંજોગ-વશાત્ ધણી જાતના ખનિજોવાળા દેશને પણ કેટલીક વખત ધણા ઉપયોગી ખનિજને માટે ખીજા દેશનો આશરો સોંપવો પડે છે.

દુનિયાને ખનિજધનની ઉપયોગિતા કેવી અને કેટલી છે એ આપણે ઉપર જોયું. હવે ગુજરાતમાં આપણને ક્યાં ક્યાં ખનિજો કેટલેટલા પ્રમાણમાં અને ક્યાં ક્યાં મળે છે તે તપાસીશું. એમાં પાણીના ઝરા, ઇમારતોના અલ્પતરમાં વપરાતા પથ્થર અને ઉપયોગી માટીદ્રવ્યનો પણ સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. ગુજરાતમાં મળતાં ખનિજોમાં મુખ્યત્વે નીચલાં ખાસ મહાવી શકાય:

(૧) મેંગેનીઝ; (૨) એગ્રેટ (અકીક); કાર્ટેસિયન; (૩) નિર્લસમ; (૪) પૅકસાઇટ; (૫) ગેર (ઓકર); (૬) ગરમ પાણીના ઝરા; અને (૭) વાધકામમાં લેવાતા જુદીજુદી જાતના પથ્થરો.

આખા ધે જગતમાં ઉપયોગી જણાવેલી ધણી ધાતુઓમાં મેંગેનીઝ અગ્રસ્થાન લે છે; કારણ કે લોખંડ અને પોલાદના ઉદ્યોગમાં જરૂરી એવાં મેંગેનીઝનાં મૂલ્ય ધણાં ઊંચાં અંકાયાં છે.

આજના મુખ્ય ઔદ્યોગિક દેશોની નજીકની હદમાં ખનિજ મૅંગેનીઝ મળતું નથી. વળી, આયુ ધસાતી રહેતી વસ્તુઓ, જેવી કે રેઈલના પાટાની ખનાવટમાં પણ, મૅંગેનીઝમિશ્રિત લોખંડનો પ્રુક્ષળ ઉપયોગ થાય છે. આ બધી રીતે મૅંગેનીઝનું મહત્ત્વ બારે વધી ગયું છે. વળી, દુનિયાના ધણા થોડા ભાગમાં મૅંગેનીઝ મોટા જથ્થામાં મળે છે. હિંદુસ્તાન એક એક છે. હિંદુસ્તાનમાં આજે લગભગ ૫૦ થી ૭૫ જીટીજીટી જગાઓમાંથી મૅંગેનીઝ જથ્થાબંધ મેળવાય છે, અને દર વર્ષે લગભગ ૬૬૦૦૦૦ ટન જેટલી મૅંગેનીઝનું ઉત્પન્ન થાય છે. એમાંનું ૮૦ ટકા જેટલું મૅંગેનીઝ મધ્યમતિ પૂરું પાડે છે, રશિયા સિવાય જગતભરમાં વધારેમાં વધારે મૅંગેનીઝની પેદાશ હિંદુસ્તાનમાં છે.

ગુજરાતમાં મૅંગેનીઝ પંચમહાવજિસ્થામાં મળે છે. પંચમહાલમાં સિવરાજપુરની મૅંગેનીઝની ખાણ ધણી જાણીતી છે. સર એસ. ફરમેરે ૧૯૦૫ માં પહેલી સિવરાજપુરની મૅંગેનીઝની ખાણ તપાસી હતી અને ત્યારથી એનું ખોદકામ શરૂ થયું છે. એમાંથી મુખ્યત્વે કરીને પાઈરોફુસાઇટ, સાઇલોમીલેન અને ઓનાઇટ ખનિજો મળે છે, જેમાંથી મૅંગેનીઝને શુદ્ધ કરી જીદું પાડવામાં આવે છે. હાટા-ઉદેપુરની પાનીની ખાણ પણ મૅંગેનીઝ માટે જાણીતી છે.

ગુજરાતમાં મોટા પ્રમાણમાં મળતું બીજું ખનિજ અકીક ગણી શકાય. ઈલેક્ટ્રોનિક સિલિકાના જીદીજીદી જાતનાં ખનિજ જેવાં કે ઍગેટ, કાર્નેલિયન બ્લડસ્ટોન, ઍનિક્સ, જેસ્પર, વગેરે અકીકના નામથી જાણીતાં થયાં છે. ડેક્કન ટ્રેપનાં ઍમીગ્ડોલાઇટ ખડકોમાં આ સાધારણ કીમતી ખનિજની સારી જેવી ઉત્પત્તિ થતી રહી છે. રાજપીપળા સ્ટેટમાં આવેલું રતનપુરમાં અકીક મેળવ વતું મુખ્ય મથક છે. ખંભાતના કરીમરો આ અકીકમાંથી ધણી સુંદર નાની ઉપયોગી વસ્તુઓ અને ઝવેરાતના દાગીના ખનાવે છે. રતનપુરમાંથી દર વર્ષે લગભગ ૧૦૦ ટન જેટલું અકીક મેળવવામાં

આવે છે. એ તો ઘણી જાણીતી વાત છે કે પ્રાચીન કાળમાં ખંભાતનાં અકીક ઘણાં વખણાતાં હતાં અને પરદેશમાં એની સારી જોવી નિકાસ પણ કરવામાં આવતી હતી. હિંદુસ્તાનમાં અનેલા એનિકસ અને કાનેસિયનના ખાલા ઝીક અને રોમન લોકોમાં ઘણા જાણીતા હતાં. અમદાવાદમાં રાણપુર આગળ, ખેડા જિલ્લામાં માઝમનદીના તટમાં, અને કાઠિયાવાડમાં ખીજડિયા આગળ અકીકના પથ્થરો મળે છે.

જિંસમ ખનિજ પણ ગુજરાતમાં સારા પ્રમાણમાં મળતું રહ્યું છે. આ ખનિજ રેસાર્ટર ઓફ પેરિસ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે. તે ઉપરાંત ખેતીમાં ખાતર તરીકે પણ એનો ઉપયોગ થાય છે. કચ્છ અને કાઠિયાવાડમાં જ્યુરાસિક અને ટર્શિયરીયુગનાં ખડકોમાંથી પુષ્કળ જથ્થામાં જિંસમ મળે છે.

બોક્સાઇટ નામનું ખડક, જેમાં ઍલ્યુમિનિયમનું પ્રમાણ ઘણું વધારે રહે છે તે ખડક, ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે. ગુજરાતમાં રાજપીપળાના વાસણાગામ આગળ અને ખેડા જિલ્લાના કપડવંજતાલુકામાં બોક્સાઇટના મોટા જથ્થાની નોંધ લેવાય છે.

જુદાજુદા રંગ બનાવવાના કામમાં લેવાતાં જે માટીદ્રવ્ય ગેરને નામે ઓળખાય છે તે પણ ગુજરાતમાં મળે છે. કચ્છ, કાઠિયાવાડ અને રાજપીપળા એ ગેર (ઑકર) પૂરો પાડે છે, જેમાંના રાજપીપળામાં પડવાણીઆ આગળ મળતો ઑકર ઉત્તમ ગતનો ગણાય છે.

પૃથ્વીનાં પડમાંથી મળતા પથ્થરોને ખજીને ખાસ કરીને હમ્મરેટ હેસાદિના બાધકામમાં લેવાય છે. જે ખડકની ગતમાં અમુક આવશ્યક ગુણો નથી હોતા તે બાધકામના ઉપયોગમાં લઇ શકાતા

નથી. જે ખડકો કુદરતી વિરોધે સામે લાંબા કાળ સુધી ટકી શકે, જે સખ્ત હોય અને, દેખાવમાં પણ સુંદર હોય, જેનાં ઘડાં મણુ પાછળ ઓછી મહેનત અને એ.છો પૈસો જતો હોય, એવાં ખડકોના જ પથ્થર બાંધકામના ઉપયોગમાં લઈ શકાય. આ બધા ગુણો એક સામગ્રી થોડી જાતનાં ખડકોમાં હોય છે, અને તેને લઈને અમુક જ ખડકો બાંધકામને માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ગુજરાતમાંથી મળતા બિજલિલ પ્રકારના પથ્થરોમાં કાઠિયાવાડથી આવતા “પોરબંદરના પથ્થર” તરીકે જાણીતા થયેલાં ખડકોના પથ્થર બાંધકામમાં ખુબજ ઉપયોગમાં લેવાય છે. મોટે ભાગે શ્રવણેશમાંથી બધાયેલા ગોળ દાણાવાળા આ ખડકો સજીપુર આગળ આવેલા બરડા કુમરની પશ્ચિમેથી ખોદી કાઢવામાં આવે છે. આ સફેદ રંગના પથ્થરને કાપતાં એમાંથી નીકળતી ચીપો અને ટૂકડાઓને બાળીને ચૂનો બનાવવામાં આવે છે. ધર્મગામમાં મોટી કાતરે જાણીયેલી જેમાંથી નીકળતા ઊપલા જુરારીસકયુગના રેતીપાયાણુ બાંધકામને માટે ધણા જ ઉત્તમ જણાયા છે. અને એ બહારમાં પણ મેઠલવામાં આવે છે. દિંમતનગરમાં અમનગર આગળ પણ આવા રેતીપાયાણુ મળે છે. વડોદરામાં બેસોઈદ નામનો કાળો પથ્થર મળે છે, અને સુરતમાં તારકેશ્વર આગળ મળતા નમ્બુસિટિક ચૂર્ણપાર્યાણુ પણ જાણીતા છે. કેટલાક ચૂર્ણપાયાણુ સિમેન્ટ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે.

ગરમ પાણીના ઝરા

ગરમ પાણીના ઝરા હિંદુસ્તાનના ઘણા જાગેમાં જોવામાં આવે છે અને ગુજરાતમાં પણ એની સંખ્યા ઘણી છે. આમાંથી કેટલાક ઝરાઓના પાણીમાં રેડિયોના સક્રિય તત્ત્વોની પણ શોધ થઈ છે. યુરોપની જેમ અહિંના ઝરાઓના પાણીના વૈષ્ણ ગુણોનો ખરાબર અભ્યાસ થયો નથી, અને તેથી એનો વૈષ્ણ દૃષ્ટિથી ઉપયોગ થયેલો

પણ જણાવે નથી. હિંદુસ્તાનમાં તો આ ઝરાઓ પાણીના લેપનું
 ગુણને નહિ ગણતાં ધર્મની દૃષ્ટિએ વધારે પવિત્ર ગણાય છે.
 અને એ જગાઓ પર મંદિરો પણ બનાવા છે. ગુજરાતમાં ગરમ
 પાણીના ઝરા નીચે દર્શાવેલાં સ્થળોમાં મળે છે: અમદાવાદમાં હર-
 સોલ આગળ ગરમ પાણીના ઝરા છે, અને ભરૂચમાં કાવા આગળના
 ઝરાનાં પાણી લગભગ ઠંડાં જણાયાં છે. કચ્છમાં મોર આગળ મળતા
 ઝરાનાં પાણી હુકાં છે, અને કટકડી ખનાવવાના કારખાનામાં ઉપ-
 યોગમાં લેવાય છે. ખેડામાં લસુદરા આગળ એક નદિ પણ ધણું ગરમ
 પાણીના ઝરા જણાયા છે. કાઠિયાવાડના ગિરના પર્વતોમાં મળતા
 પુલસી શામના ઝરા જાણીતા છે. પંચમહાલમાં દૂવા આગળ મળતા
 ઝરાનાં પાણીના ગુણોની તપાસણી થઈ છે અને તેમાં રેડીઓનાં સક્રિય
 તત્ત્વોનું પ્રમાણ ધણું હોવાનું કહેવાય છે. સુરતમાં અનાવલ અથવા
 દેવકાઠિનાઈ આગળ પણ કેટલાક ઝરાઓ મળ્યા છે. એમાં ગંધકનું
 પ્રમાણ ધણું મોટું છે અને પાણી પણ ધણું જ ગરમ છે. મુખ્યમાં
 વજ્રેશ્વરી આગળના ગરમ પાણીના ઝરા ધણું જાણીતા છે. એના
 પાણીના વૈદ્યક ગુણો લોકોના જાણમાં આવ્યાથી એનો પુષ્કળ ઉપ-
 યોગ થાય છે. એને માટે ત્યાં ખાસ સેનિટોરિયમ પણ બાંધવામાં
 આવ્યું છે.

ઉપર જણાવેલાં ખનિજો જીપરાંત ગુજરાતમાં સીસું, લોખંડ
 એસ્પેરોસ, અને અબ્રક જેવાં ખનિજોની પણ નોંધ લેવાઈ છે.

પ્રકરણ ૧૮

સાધારણ વ્યવહારમાં ભૂવિજ્ઞાનું સ્થાન

રસાયનશાસ્ત્ર, ભૌતિકશાસ્ત્ર, જીવશાસ્ત્ર વગેરે શાસ્ત્રોમાંથી મળતા
 જ્ઞાપકો સાંકળીને વિદિત છે. તે જ પ્રમાણે દરેક વિજ્ઞાનશાસ્ત્ર

આપણા જીવનમાં ધણું અમત્યનું સ્થાન લે છે. માનવીનો દુઃખનિવારણ માટે રસાયનશાસ્ત્રની મદદથી માનવીએ જુદીજુદી જાતની દવાઓ પાનાવી એના દુઃખમાં રાહત આપી. ઔતિકશાસ્ત્રનાં પરિશીલન વડે આપણને રેડીઓ, ટેલિવિઝન, ઇલેક્ટ્રીસિટી ઇત્યાદિ મળ્યાં જીવશાસ્ત્રના અભ્યાસથી જીવ હિમારવાના પ્રયોગો થયા અને હજી થાય છે. એ જ પ્રમાણે દરેક વિજ્ઞાન આપણા જીવનમાં અમુક સ્થાન લે છે ખડું; પછી તે નાનું હોં કે મોટું. બૂવિદ્યા કે જૂરતર-શાસ્ત્ર પણ માનવજાતને ક્યાં અને કેટલું ઉપયોગી નીચડ્યું છે એ હવે આપણે આ પ્રકરણમાં દ્રઢામાં તપાસીશું.

બૂવિદ્યામાં જૂરતર (ખડકો)ની તપાસ અમત્યનું સ્થાન લે છે. એ ખડકોનાં રતરો કે યર આપણા રોજરોજનાં વ્યવહારમાં ઉપયોગી જણાય છે. ખડકોનો મુખ્ય ઉપયોગ બાંધકામમાં થાય છે. મોટી મહેસાતો અને ઇમારતોનું બાંધકામ, મોટા રેલવેના પૂલ વગેરેમાં આવ્યાં તો કેટલાંયે બાંધકામોમાં પથ્થર (ખડક)ની આવશ્યકતા છે. મોટામોટા રસ્તાઓનાં બાંધકામમાં પથ્થરનું સ્થાન મોખરે છે. સિમેન્ટ, પ્લાસ્ટર, કોફીટ, આધુનિક યુગની અનિઉપયોગી જણાયેલી બાંધકામની સામગ્રીઓ, પથ્થર પૂરી પાડે છે. છાંટની માત્રી પથ્થર-માથી જન્મે છે. આ પ્રમાણે નિર્જીવ જણાતો પથ્થર પણ માનવ-જાતને એના રોજરોજનાં વ્યવહારમાં ઉપયોગી જણાતો રહ્યો છે.

આ બધાં બાંધકામોમાં પથ્થરની પસંદગી ઘણી ઈજીવટથી થવી ધટે છે. ઘણીવખત એની કીમત પર જ ધ્યાન આપતાં ઘણાં આવશ્યક ગણાતાં યુક્તિ તરફ આપણે બેદરકાર બની જઈએ છીએ. પણ બાંધકામ ઘણાં લાંબા કાળ સુધી ટકશે કે કેમ એ તો એમાં વપરાયેલી પથ્થરની જાત પરથી જ કહી શકાય. વળી, આજનાં ઉદ્યોગોનાં કારખાનાંથી ખીચેખીચ જમીનનાં શહેરોમાં તો બાંધકામનાં પથ્થરની હેવાનાં ફેરફારો સામે ટકવાની સંવિતની સૂક્ષ્મ તપાસ

ધણી જરૂરની છે; કારણ કે એવા ચહેરાનું વાતાવરણ કાલસા અને ગંધક જેવાં નાશકારક તત્વોથી હમેશાં તરબોળ કે બરપૂર રહે છે. પથ્થરની પસંદગી કરવામાં આપણા શોખના સંતોષ સાથે નીચેની ખાખતો પર પણ ધ્યાન આપવું ધણું અગત્યનું છે: જમીનમાંથી પથ્થર ખોદવાનું કામ એકંદરે સહેલું હોવું જોઈએ. ખડકનાં સ્તરોમાં મળતી ચીરાડાની ફાટની દિશામાં ખડક ખોદવાનું કામ ધણું સહેલું બને છે. એને લઈને મજૂરી પણ ઓછી લાગે છે. વળી, એ પથ્થર ધણી સહેલાઈથી ધમ્પરો ને સંસ્કારી શકારી કે કેમ એ જાણવું પણ જરૂરી છે.

વળી, ખાનમાં રાખવા જેવી બીજી ખાખત એ પથ્થરનું સમ સંઘટન છે. એના ઉપર પથ્થરની સુંદરતા અને એના દૃઢાવધાનનાં પણ આધાર રહે છે. દાખલા તરીકે, ઝેનાઇટ જેવાં ખડકોમાં દેખાતા માર્બલ અને ટુરમેલીનનાં ધાત્તા કેટલાકને અણુમમતા લાગે છે. ચૂણપાથાણમાં મળતા સિલિકા અથવા કૃષિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સિલિકેટના ગોળાકાર પદાર્થની હાજરી ઉપમામાનના ચતા ફેરફારો સામે અતિશય હાનિકારક ગણાય છે.

અવયવ સંઘટન અને ખડકોમાં રહેલા છિદ્રો ઉપર પણ ખડકની દૃઢતાની શક્તિ અવલંબે છે. મોટા દાણાવાળાં ખડખચડાં ખડકો ખારીક દાણાવાળાં સપાટ ખડકો કરતાં જલદીથી ખવાઈ જાય છે. વળી, છિદ્રોમાં રહેલાં પાણીનું બરફનાં રૂપાંતર ચતા પથ્થરને તોડી નાંખે અને તેથી ધણાં છિદ્રાણુ ખડકો બાંધકામને માટે પસંદ કરવામાં આવતાં નથી.

ખડકોમાં રહેતા પાષરાષ્ટ, અબ્જ, ઑક્સિજન ઇત્યાદી રફટિકા ધણી જલદી ખવાઈ જતા હોવાથી અથવા તો તેઓ પર વાતાવરણના આક્રમણની અસર ધણી જલદી ચવાથી બાંધકામમાં હાનિકારક બની જાય છે. તે કાંતો ખડકને એમાં પડતા ખાણથી કદરવા બનાવી દે છે.

રેતીપાપાણુ જેવાં ખડકોમાં રેતી ને કાંકરાઓને જોડતું દ્રવ્ય અગત્યનો ભાગ લાજવે છે. એ દ્રવ્યનું પ્રમાણ ઓછું પડતાં એ ખડક જલદી ખોખરાં બની જાય છે. તે પ્રમાણે એ દ્રવ્યના ગુણ પર પણ આધાર રહે છે. ચૂસુંદ્રવ્ય દકાવ માટે સારું ગણાય છે પરંતુ કાર્બોનિક એસિડ ગેસના મિશ્રણવાળાં વરસાદનાં પાણી એ પર ધણી ઝડપથી અસર કરે છે. સિલિકાદ્રવ્ય ખડકને મજબૂતાઈ આપે છે. પરંતુ એનું પણ પ્રમાણ વધવાથી ધણી મહેનત પડે છે.

બાંધકામમાં આગેય જલકૃત અને વિકૃત એ બધી જાતનાં ખડકો ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ બધામાં સિલિસિયસ રેતીપાપાણુ અને આગેય ખડકો ધણાં મજબૂત છે; જલકૃત ખડકો બાકાર બાપવામાં અને ધડવામાં ધણાં સહેલાં માન્ય પડ્યાં છે, અને એ બન્ને જાતમાં ઇમાનુસાર રંગો પણ ચિત્રલિત મળે છે. માપ્સ (આરસપહાણના પથ્થર) સિવાયનાં બીજાં વિકૃત ખડકો બાંધકામના ખાસ ઉપયોગમાં લેવાતાં નથી.

શોલા કે શણગાર માટે વપરાતાં ખડકો

ધમારતોના શણગારરૂપ ઉપયોગમાં લેવાતાં ખડકોમાં ખાસ કરીને આરસપહાણના પથ્થર, આલાબ્સ્ટર, સર્પેન્ટાઇન, ગ્રેનીટ, પોર્ફીરી, સાયનાઇટ અને જેસ્પર એ ગણાવી શકાય. કયા પ્રકારના યાં શા કામમાં આ પથ્થરોનો ઉપયોગ થવાનો છે તે પ્રમાણે એની પસંદગી કરવામાં આવે છે જે બહારનાં ચલિલા કે પૂતળાં બનાવવાના કામમાં તેમનો ઉપયોગ કરવાનો હોય તો ખરણચક્રિતઓ સામે ટકી શકે અને એનો રંગ પણ જળવાઈ રહે એવા પથ્થરની ખાસ પસંદગી કરવામાં આવે છે. ધમારતની અંદર ચલિલા, મેજા છત્તાદિ વપરાશ માટેની વસ્તુઓની બનાવટમાં ધણા સખ્ત પથ્થરોની ખાસ જરૂર નથી. એને માટે તો સુંદર રંગવાળા અને સહેલાઈથી ધડી શકાય એવા જ પથ્થરોનો ઉપયોગ થાય છે.

માર્બલ (આરસપહાણના પથ્થર)

ઉપર ગણાવેલા બધા શુશોભિત પથ્થરોમાં આરસપહાણના પથ્થરોનો ઉપયોગ ઘણો મોટો ભાગે થાય છે. ચૂણુપાપાણુનું સ્ફટિકીકરણ રૂપાંતર થતાં માર્બલ બને છે. પરંતુ કેટલીક વાર એ રૂપાંતર પૂરેપૂરું નહિ થતાં ચૂણુપાપાણુમાં જીવશોષેના આકાર જળવાઈ રહે છે, એમાં રંગો પણ જીદાજીદા અનેક જાતના મળે છે. તદ્દન ધોળા સફેદ રંગના આરસપહાણના પથ્થરોનો ઉપયોગ ઘણો બહોળો છે. કેટલીક વખત કાલસા જેવી વસ્તુનું મિશ્રણ થવાથી આરસપહાણ કાળો રંગ ધારણ કરે છે. લોહતત્ત્વોથી મિશ્રિત થયેલા આરસપહાણ લાલ, બદામી, પીળા હત્તાદિ રંગ ધારણ કરે છે. મેંગેસિયમના મિશ્રણવાળા ચૂણુપાપાણુનું રૂપાંતર થતાં એ સર્પેન્ટાઇન ખડકમાં પરિણમે છે. એની અંદર સુંદર લીલા રંગનાં ધાખાં કે લાંબી લીટીઓ સમાંતર હોય છે. “ફાયરમાર્બલ” ઓપલની માફક જીદીજીદી દિશામાં ચિત્ર-વિચિત્ર આછાધેરા રંગોનાં દર્શન કરાવે છે. ઓનિકસ આરસ પટ્ટી-પટ્ટીવાળો હોય છે.

આલાખસ્થર : જિપ્સમનું સ્ફટિકીકરણ આલાખસ્થર તરીકે ઓળખાય છે. આરસના જેવો જ આ સફેદ પથ્થર માર્બલ કરતાં ઘણો જ નરમ હોવાથી ઝાઝો ઉપયોગમાં લેવાતો નથી.

સર્પેન્ટાઇન : ઘણા સુંદર લીલા રંગના આ પથ્થરોમાં લોહ-તત્ત્વો કે પછી મેંગેસિયમ અથવા કૌશ્લિયમ કાર્બોનેટની હાજરીને લઈને લાલ અથવા સફેદ ગ્રાંથા નજરે પડે છે. ઘણી સહેલાઈથી સંસ્કારી શકાતા હોવાથી એમનો ઉપયોગ પણ ઘણો થાય છે, પરંતુ એનો રંગ ઘણો જલદીથી બીડી જતો હોવાથી બહારના કામમાં એનો વપરાશ થતો નથી. વળી જો કે ઘણી સહેલાઈથી એ સંસ્કારી શકાય છે છતાં એ ઘણા મજબૂત છે.

પૌરફીરી : ઝેનીટ અને સાયેનાઇટ પૌરફીરી અંદર કેટલાક

શક્તિક ધણા જ મોટા કદના હોય છે. એવા પૌરશીરી ખડો દેખાવે ધણા જ સુંદર લાગે છે. નૈસર્ગિક ખળોની સામે ટકી શકવાની એમની શક્તિથી એ બંહારના કામમાં ખાસ વપરાય છે. વળી એના ઉપર ધણો સુંદર અને જાન્યુક પૌલિશ પણ થઈ શકે છે. '

ઁનીટ . આ પથ્થર ધડવામાં ધણા જ સખ્ત છે, છતાં યે એની ટકવાની શક્તિને લઈને એ હાલમાં ધણો વપરાય છે. બાજની નિસાને આવા કંઠુ પથ્થરને કાપવાના સાધનો પણ પૂરાં પાડ્યા છે એટલે તે ખાખતની પણ તકલીફ રહેતી નથી. આ બધું હોવા છતાં માખસના જોટલી સુંદરતા ઁનીટમાંથી બનાવેલી વસ્તુઓમાં ઉતરતી નથી.

જેરપર લોહતરવો ઇલાદિથી મિશ્રિત બનેલા આ કંઠાડુંસ ખડકોનો ઉપયોગ બાકો થતો નથી, કારણ કે એના મોટા લાંબા પહોળા ટુકડા મળવા મુશ્કેલ છે. બિન્નબિન્ન રંગોને લઈને દેખાવમાં એ ધણો સુંદર હોય છે.

રસ્તાના બાંધકામમાં પથ્થરનો થતો ઉપયોગ

રસ્તા બનાવવાના ઉપયોગમાં લેવાતા પથ્થરના નીચલા ગુણો ખાસ ધ્યાનમાં લેવા જેવા છે: (૧) કંઠુધર્મ (૨) કઠોરતા (૩) ટકાઉ શક્તિ, (૪) એમાંથી બનતી રજમાં કામગીરી સમર્થતા રહેલી હોવી જોઈએ.

ઁનીટ સૌથી કંઠુમાં કંઠુ ખડક છે એ ખરું પરંતુ એમાંથી ઉત્પન્ન થતી રજમાં સઘટનનો ગુણ નથી હોતો. સાપનાઈટ, નાઇસ જેવાં ખડકોમાં પણ એ જ ગેરલાભ રહેલો છે.

ધણા જ ખારીક અવયવ સંઘટનવાળા ઁન્ડેસાઈટ, પૅસાઈટ, ડોલોરાઈટ એ રસ્તાનાં બાંધકામમાં ધણા જ સરસ જણાય છે.

સિમેંટ, પ્લાસ્ટર અને કૉકીટ

સિમેંટ, કૉકીટ અને પ્લાસ્ટર, આધુનિક યુગની બાંધકામ

વિષેની આ બધી સામગ્રી, કુદરતમાં મળતા ચૂર્ણપાવાણુ અને જિંસમ
 'મંથિ' મળે છે. ચૂર્ણપાવાણુને ૬૦૦૦ સે. કે તેથી વધારે તપાવતાં
 એની 'અંદરનું' કૌર્બોનિક એસિડનું તંદુર જીડી જતાં આપણને
 કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડ એથવા 'કંવીકસાઇડ' મળે છે. કેલ્શિયમ
 ઑક્સાઇડનો પાણી સાથે ભેળ કરતાં કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ બને છે
 જે "રહેઠક સાઇમ" તરીકે ઓળખાય છે. વળી હવામાનના કારણે
 હાઇડ્રોક્સાઇડ સાથે મળતાં ધણી જ મજબૂત રીતે એ બાકી જાય છે.
 જે કાંઈ પણ ભેળ વિનાના ચોખ્ખા ચૂર્ણપાવાણુ કરતાં માટીવાળા
 ચૂર્ણપાવાણુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો એને બાળતા કેલ્શિયમ
 અને એલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ જેવા દારો બને છે. અને બધાનો
 બારીક બૂકો કરીને એને પાણીમાં પસાળીએ તો એ ધટ યદ
 જાય છે. એટલા માટે જે ચૂર્ણપાવાણુમાં લગભગ ૨૦ ટકા જેટલાં
 એલ્યુમિના અને સિલિકા હોય છે તે ધણાં ઉપયોગી ગણાય છે.
 ચોખ્ખા ચૂર્ણપાવાણુ અને માટીનું ચોક્કસ પ્રમાણમાં મિશ્રણ કરીએ
 અને ચૂનો એલ્યુમિના અને સિલિકાનું પ્રમાણ જાળવીએ તો તેમાંથી
 જો આ પ્રકારની સિમેન્ટ બનાવી શકાય છે. આ મિશ્રણને ૧૦૦૦ થી
 વધારે તપાવતાં અને તેનાં બારીક બૂકો કરતાં આપણને જે સિમેન્ટ
 મળે છે તે પોર્લેન્ડ સિમેન્ટ નામે ઓળખાય છે.

પ્લાસ્ટર : જિંસમને બાળતાં જે પદાર્થ મળે છે તે પ્લાસ્ટર
 તરીકે ઓળખાય છે. ૨૦૦ સે. થી વધારે તાપ લાગે તે પહેલાં
 જિંસમમાં રહેલા પાણીનો ૩/૪ ભાગ જીડી જાય છે. આ પદાર્થ
 "પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ" તરીકે જાણીતો થયો છે. એનો બૂકો કરીને
 પાણી સાથે ભેળવતાં જેટલો પાણીનો લાગ જીડી થયો હોય તેટલું
 પાણી પાણુ પોતે મહણુ કરીને એ ધણો સખ્ત બની જાય છે.

કૉકીટ : પથ્થરનો બૂકો અને સિમેન્ટનું મિશ્રણ કરતાં કૉકીટ
 બને છે અને લોખંડના સળીઆની આસપાસ કૉકીટનું અણતર કરે

વામાં આવે તેને એ ક્રાફ્ટ કહેવાય છે. એની અંદર કાર્ક, પશુ જાતનો પથ્થર વાપરી શકાય છે, પેરંટુ બનતા સુધી ધણા ભાગે પથ્થર વાપરવો સારો નથી; કારણ કે તેમાંથી ઘણી ખારીક રજ નીકળે છે. જ્યારે આપણને તો નાના એકસરખા ટૂંકડા જોઈએ છે. પથ્થરની ખાજી જેમ વધારે ખડખડી તેમ સિમેન્ટ અને પથ્થર વધારે મજબૂત રીતે પાડે છે, અને તથા આ કામમાં કૉર્ટ-આઇટ ખડકનો ધણા ઉપયોગ જણાયે છે.

ઇંટ બનાવવાની માટી

ઇંટ અને નળાંખાં બનાવવામાં કોઇ પણ જાતની માટી વાપરી શકાય છે. ખાસ કરીને એ માટીમાં ઘટનક્ષમતાનો ગુણ હોવો જોઈએ અને એને તપાવતાં એમાં ઘટ પડવી નહિ જોઈએ અને ધણું સંક્રામ્યન પણ થવું જોઈએ નહિ. માટીમાં રહેલાં વર્ધતાંઓનાં લોક-તરવો પર એના રંગનો આધાર રહે છે. સાધારણ રીતે ઇંટને ૧૦૦૦ થી ૧૨૦૦ સેન્ટીગ્રેડ જેટલી તપાવવામાં આવે છે. ફાયર-શ્રીક ફાયરકલેમથી બનાવવામાં આવે છે. આ ફાયરકલેમમાં સિલિકા-દ્રવ્ય ધણા પ્રમાણમાં હોવાથી લગભગ ૧૬૦૦ સે. સુધી પણ તપાવતાં એ ઇંટ નરમ બનેતી નથી; જ્યારે બીજી માટીમાં રહેલા પોટાશ અને સોડાનું પ્રમાણ ફાયરકલેમમાં લગભગ નહિ જેવું જ જણાય છે. સોડા અને પોટાશ ઉપરાંત એમાં રહેલાં લાઇમ, મેગ્નેશિયા આમન પાઇરાઇટ્સ જેવાં તરવો પણ તુકચાનકારક જણાયાં છે.

ક્રાફ્ટ અને સાયેનાઇટ ખડકોમાંથી ઉત્પન્ન થતી માટીનો રંગ ધણાં જાંબો હોય છે અને મોટે ભાગે એથ્યુમીનીયમ સીલીકેટનું તત્ત્વ ધરાવે છે. એ માટી ઘણી સહેલાઇથી પિગજતી નથી, પણ એમાં ઘટનક્ષમતાનો ગુણ નથી. ક્વેરારાઇટ, ગેબ્રો, ડાલેરાઇટ અથવા બેસોફ્ટમાંથી જન્મ લેતી માટીનો રંગ એની અંદર રહેલાં પુષ્કળ લોહતરવોને લઈને ઘેરો બદામી રંગ થાય છે અથવા તે રતાશ પર જાય છે.

જમીનનાં પેટામાં પાણીની શોધ

મોટાં શહેરોમાં તો આજે શહેરના રહેવાસીઓને પાણી નળ મારફતે પહોંચાડવામાં આવે છે અને આસપાસમાં આવેલાં નદી, નાળાં કે તળાવમાંથી એ પાણી ખેંચવામાં આવે છે. અને એ રીતે પાણી પહોંચાડવાનું કામ એન્જિનિયરનું છે. પરંતુ ત્યાં આ જાતની સમસ્યા નથી હોતી કે યાં શકતી નથી ત્યાં તો કૃષા ખોદીને કે ખીશ કોઈ પણ રીતે જમીનના પેટામાં પાણી બહાર લાવવું પડે છે. આ કામ હાથ ધરતા પહેલાં કેટલાક નીચે દર્શાવેલા પ્રશ્નોનું નિરાકરણ કરવા ભૂસ્તરશાસ્ત્રીની મદદ લેવી ઉચિત ને આવશ્યક છે. દાખલા તરીકે,

(૧) કૃષા અથવા શાર કયાં ખણવાં જોઈએ ?

(૨) કેટલી ઊંડાઈએ પાણી મળી શકશે ?

(૩) કઈ જાતનાં નરમ કે કઠણ ઈયાદિ ખડકો કૃષા ખણવાં નીકળશે ?

(૪) પાણીને પગપની મદદ વડે બહાર ખેંચવું પડશે કે આપ મેળે જ ઉપર આવી શકશે ?

(૫) મોટા જમ્યામાં નીકળશે કે કેમ ?

(૬) પાણી પીવાના ઉપયોગમાં લેવાય તેવું નીકળશે કે ધોવાના કામમાં આવે તેવું કે ઝાંઝરમાં વાપરવા યોગ્ય નીકળશે ?

આસપાસનાં ખડકોની ખારીક તપાસ કરતાં ભૂવિજ્ઞાની મદદથી આ પ્રશ્નોનું સંતોષકારક નિરાકરણ યાં શકે એમ છે. આ ગણતરી કરવા માટે જો એને આસપાસની જગાઓમાંનાં ભૂકંપ કે ભૂસ્તરો વિષેની જોડતા પ્રમાણમાં સામગ્રી મળી જાય છે તો એનું કામ ધણું સહેલું અને છે. દાખલા તરીકે, આસપાસમાં બધાં ખડકો અપારણને લઈને ઉધાડાં થયાં હોવાં જોઈએ કે જ્યાં એ

નડકા શી જાતનાં છે અને કેવી રીતે જોડવામાં છે એ કહી શકાય. આ અમલ્યની માદિતી જો ન મળે તો એનું કામ પૂરું થાય નહીં. વળી ઉપર જણાવેલા બીજા પ્રશ્નોનો ઉત્તર જોવા સારુ જમીનની અંદર વહેતાં પાણીનાં ઉત્પત્તિસ્થાન, વહેંચણું અને વહેવાની દિશા તથા જે ખડકોમાં એ વહે છે તે ખડકોની રચના-ક્રમ વગેરે માદિતી મેળવવી ખૂબ અગત્યની છે.

વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ ખાખીભવનની કિનારી દ્વારા ઊડી જાય છે, કેટલોક નદી, નાળામાં વહી જાય છે અને ખાડાનો જમીનમાંના ચીરા, ફાટ કે છિદ્રોદ્વારા જમીનના પેટાણમાં આશુ જાય છે. આગતા પ્રકરણોમાં જોયેલ ગયા એમ જુદાજુદા પ્રકારની જમીનોની શોષણશક્તિ જુદીજુદી હોય છે. દાખલા તરીકે, રેતીવાળા ભાગમાં પાણીનું શોષણ માટીવાળા ભાગ કરતાં ઘણું વધારે થાય છે. વળી, દાળવાળી જામાથી પાણી ધણું જલદી વહી જતાં ઘણું ઓછું પાણી જમીનમાં પચી જાય છે, જ્યારે સપાટ અથવા તો ગીચ માટીવાળા પ્રદેશમાં પાણીને અંદર પચવાને પ્રકળ વખત મળે છે. આનેય ખડકો અને જલકૃત ખડકોની છિદ્રાલુતા પણ જુદીજુદી છે. આનેય ખડકોનું ધનફળ જોતાં લગભગ ૧૫ ટકા જેટલું પાણી શોષે છે; જ્યારે જલકૃત ખડકોમાં લગભગ ૩૦ ટકા જેટલું શોષણ થાય છે. તે ઉપરાંત તક, મીઠા ફાટ, અપરેક ફાટ અને બીજા નાનામોટા ખાડાઓ મારફતે પાણી જમીનમાં ઊંડું ઊતરે છે અને ત્યાં એનો સંચય થાય છે. પાણીનો સંચય થવા ઉપરાંત એનું જમીનની અંદરનું પરિભ્રમણ પણ ઘણી સહેલાઈથી થવું જોઈએ છે. દાખલા તરીકે, રેતી પાણી અને માટીપાણી બંનેમાં કૂવા ખણતાં રેતીપાણીનાં છિદ્રો મોટાં હોવાથી પાણી સહેલાઈથી વહે છે અને કૂવામાં પાણી ઝરવાની ક્રિયા ઘણી જલદી થાય છે, જ્યારે માટીપાણીમાં એથી ઊંડું જાય છે. એ રીતે પાણીની વહેવાની ગતિ પર પણ આધાર રહે છે. માટીપાણી જેવા ખારીકે છિદ્રોવાળાં ખડકોમાં પાણીનો જોડે

ઝાંઝા સંગ્રહ થતો નથી તોપણ બે માટીપાણીનાં ચંર વચ્ચે રહેલાં રેતીપાણીમાં પાણી ધણા લાંબા વખત સુધી જળવાઈ રહે છે.

મરડ, રેતી, રેતીપાણી, ચૂણપાણી અને દુધ જેવાં ખડકોમાં પાણીનો સંગ્રહ થાય છે; જ્યારે માટીપાણી જેવાં ખડકો એ પાણીને વહી જતાં અટકાવે છે. આગળેય ખડકોમાં મોટા અવધન સંઘટનવાળાં ખડખડાં અને જેની અંદર પુષ્કળ તડો હોય છે એવાં ટ્રેનીટ ખડકોમાં પણ પાણીનો સંગ્રહ સારા પ્રમાણમાં થાય છે.

જમીનના પેઠામાંના પાણીના સંખ્યામાં એક વાત ખાસ લક્ષમાં લેવા જેવી છે કે બધાં જિલ્લાનું ખડકોમાં થોડાંધણું જીંડાણુ સુધી પણ પાણીનો સંગ્રહ હમેશાં થઈ રહે છે. ભૂગર્ભમાં રહેલા પાણીની ઊપલી, સપાટી જમીની ભૂગર્ભસીમા તરીકે ઓળખાય છે અને કૂવો ફેટલો જીંડો ખોદવો એમએ તેની હદ એ નક્કી કરે છે. જમીનના પેઠામાં અંદર ને અંદર જીંડા જતાં ખડકનાં જિલ્લો ઉપરના દબાણને લઈને બંધ થઈ જાય છે અને તેથી વધારે જીંડા જતાં પાણીનું પ્રમાણ પણ ઓછું થતું જાય છે. એવી ગણતરી કરવામાં આવી છે કે લગભગ ૧૫૦૦ ફૂટ જેટલા જીંડાણુ સુધી સારા પ્રમાણમાં પાણી મળી શકે છે અને ૫૦૦૦ ફૂટ જેટલે સુધી થોડુંથોડું પણ પાણી મળે છે.

જમીન પર વહેતા પાણીનો દિવાલ બાંધીને કે એવી કોઈ રીતે અટકાવ આપણે કરીએ છીએ, તેવી જ રીતે જમીનની અંદર વહેતા પાણીનો અટકાવ પણ આમ કુદરતી રીતે જ થાય છે:

(૧) અનુપૃષ્ઠ દિવાલોથી થતો અટકાવ;

(૨) અભિપૃષ્ઠ દિવાલોથી થતો અટકાવ;

(૩) ચીરા કે કાંટદારા જેવાં પાણી.

(૧) જ્યારે જિલ્લાનું ખડકનાં ચંર એક અગ્રેષ્ઠ ખડકનાં ચંર અનુપૃષ્ઠ દિવાલોમાં પ્રવેશી હોય છે ત્યારે પાણી જિલ્લાનું ખડકનાં

તળીઆ સુધી પહોંચી વધારે જીંડું નહિ જતી અનુષ્ઠ રિયાતમાં જ છે અને ક્યાંક 'માર્ગ' મળતી એ જ સ્થિતિમાં બહાર આવે છે. કેટલાક છીછરા ફૂવાઓનું અસ્તિત્વ આ પ્રમાણે સમજાવી શકાય; જ્યારે છિદ્રાણુ ખડકનાં ઘર (જેની અંદર પાણીનો સંગ્રહ થયે હોય છે તે) ઉપર અને નીચે બન્ને બાજુ અભેદ ખડકનાં ઘર પડ્યાં હોય છે અને એ બધાં ઘરોનું એક તરફ નમન થવાથી છિદ્રાણુ ખડક ઉધાકું થયું હોય તો એની અંદર વરસાદનું પાણી પચીને નમનની દિશામાં નીચે જતરે છે. આ રીતે છિદ્રાણુ ખડકનાં ઘર પાણીથી ભરાઇ જાય છે. હવે જ્યાં છિદ્રાણુ ખડક ઉધાકું પડ્યું છે ત્યાંથી દૂર એ ખડકોમાં ગાળો (Boring) પાડવામાં આવે તો અંદરનું પાણી ભૂગર્ભસીમાની હદ સુધી એની મેળે ઉપર ચડે છે. આ પ્રમાણે જે ફૂવામાં પાણી આપમેળે પોતાના દબાવણને લઇને ઉપર ચડે છે તે "પાતાળ ફૂવા" તરીકે ઓળખાય છે.

(૨) અભિપ્રય દિશામાં જતી આગ્નેય ખડકોની થોડી-ધણી દિવાલ જો જલકૃત ખડકોને કાપતી હોય છે તો તે પાણીને તેટલા ભાગમાંથી વહી જતું અટકાવે છે અને જમીનની અંદર પાણીનું તળાવ બનાવી દે છે. હવે આ દિવાલો સામેની દિશામાં જે ફૂવા ખોદવામાં આવે તો એકમાં ધણી જ થોડી જિંડાઈએ પુષ્કળ પાણી મળે છે; જ્યારે બીજામાં પાણી કાં તો નિલકુલ નથી નીકળતું અથવા નીકળે તો ધણી જિંડાઈએ જૂજ પ્રમાણમાં જ નીકળે છે.

(૩) ચૂર્ણપાષાણ અને જિપ્સમ જેવાં ખડકો પર વરસાદનું પાણી પડતાં એ સહેલાઈથી ઓગળી જાય છે એ આપણે આગળ જોઈ ગયા. એ ખડકોમાં રહેલા ચીરા કે ફાટદ્વારા પાણી અંદર જતી એ ફાટોને પહોંચી કરે છે અને તે મારફતે પાણી અંદર જતરે છે અને નીચાણવાળી જગામાં માર્ગ મળતાં બહાર આવે છે.

જમીનના પેટામાંના પાણીની શોધ કરવામાં અને પૂરો ક્યાં

ખોદવા એ બાબતમાં હજી સુધી કાંઈ ચોક્કસ નિયમો કોઈએ કર્યા નથી. દરેક કૂવો ખોદતા પહેલાં ઉપર 'જાણવ્યા' પ્રમાણે ભૂવિષયક બહુ માહિતીઓ મેળવવી જરૂરની છે; કારણ એના પર જ બધા આધાર રહે છે. કેટલાક આગળ વધેલા દેશોમાં તો આ બધી માહિતીઓ તે તે દેશોનાં ભૂવિષયક નકશાઓ અને પુસ્તકોમાંથી મળી રહે છે.

કેટલી જાડાઈ સુધી કૂવો ખોદવો પડશે એ માહિતી એના પડની જાડાઈ જાણવાથી મળે છે. એ જાડાઈ એ પડના નમન-કોણ અને એના અનાવૃત અંશનું માપ લેતાં મળી રહે છે. કેટલાક સંજોગોમાં આ માહિતી મળવાનો સંભવ ઓછો રહે છે.

આસપાસનાં ભૂસ્તરો તપાસતાં અને કૂવા ખોદતાં ક્યાં સ્તરો નીકળશે એ પણ માલુમ પડી જાય છે. લાવાનાં ખડકો અને ક્વૉર્ટ્ઝ ઝાઝડ જેવાં સખ્ત ખડકોમાં ખજાણાનું કામ બહુ મુશ્કેલ હોવાથી પુંજીન પૈસો ખર્ચવો પડે છે. વળી કૂવામાંથી કેટલું પાણી નીકળશે એ પણ કહેવું બહુ મુશ્કેલ છે. જે જગ્યાઓમાં સાધારણ રીતે સારો વસ્તુદાયક પડતો હોય તેમાં અને પાણીને સંધરે એવાં ખડકનું યર પણ સારી જાડાઈનું અને ઊંડાલું હોય તો એવાં ખડકોમાંથી દર એક મિનીટ સેંકડો ગેલનને હિસાબે પાણી નીકળી શકે. જાડા કૂવા કરતાં ઊંઠરા કૂવાનું અનિમિત્તપણું બહુ રહે છે અને ઝડપુ પ્રમાણે એના પાણીના જથ્થામાં ફેરફાર થવા કરે છે. સૂકા પ્રદેશમાં અને ઝેંનીટ અને એવાં જ સખ્ત ખડકોમાં ખજાણેલા કૂવામાંથી દર એક મિનીટ લગભગ ૧૦ થી ૧૫ ગેલન જેટલું પાણી નીકળી શકે છે.

પીવાના પાણીમાં સંકરદોષ નહિ હોવો જોઈએ. પાણીની અંદર બળેલા કારો કેટલીક વખતે પાણીનો જીવો જ સ્વાદ કરે છે. પીવાના ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીમાં કૅલ્શિયમ બાઇકાર્બોનેટ અને કૅલ્શિયમ સલ્ફેટનો ભેજ હોવો જોઈએ નહીં; જ્યારે બાઇલરમાં વપરાતાં પાણીમાં બળેલા કારોનું પ્રમાણ ગેલનને ૧૦-૧૨ ગ્રેનથી વધારે હોવું જોઈએ નહીં.

અનિજ તેલ (પેટ્રોલિયમ)

“પેટ્રોલિયમ” અર્થવા “અનિજતેલ” કુદરતી તેલના ઝરાઓ મારફત જમીનની સપાટી પર આવે છે. ૨૦૦૦ વર્ષ પૂર્વે લઘુ-એશીઆ અને ચીનમાં એનો પહેલો સંગ્રહ અને ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. નોઆહે, પોતાની બનાવેલાં હોડીને પથ્થુ આ તેલના ઝરામાંથી નીકળતા ડામરની મદદ વડે પાણીથી અભેદ બનાવી હતી એમ કહેવાય છે. તેલ સુકતાં જે ઘટ્ટ અવાહી રહે છે તે ડામર નામે ઓળખાય છે. કુદરતી જમીનમાંથી નીકળતા ઝંસનો ઉપયોગ ઇરાનના અગ્નિપૂજકો ચરાકુંડમાં કરતા હતા એ ઐતિહાસિક કાળની શરૂઆતની વાત છે. આ પ્રમાણે એતાં આ તેલનો ઉદ્યોગ ધણી પ્રાચીન કાળથી અચલિત છે.

તેલના કૂવામાંથી નીકળતું કાચું તેલ ઘટ્ટ, લીતા જેવા રંગનું હોય છે અને મુખ્યત્વે કાબીન અને હાઇડ્રોજન તત્વોનાં રાસાયનિક મિશ્રણમાંથી ઉદ્ભવે છે. કૂવામાંથી નીકળતો પદાર્થ કેટલોક ઘટ્ટ, કેટલોક અવાહી રૂપમાં અને કેટલોક વાયુરૂપે બહાર આવે છે. વાયુ-પદાર્થ કૂવાના મોં બાગળ જ એકઠો કરી લેવામાં આવે છે અને બાકીના પદાર્થને સ્વચ્છ બનાવવા માટે ગરમ કરવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે કાચું તેલના ૧૫૦૦ સે. થી ૨૦૦૦ સે. જેટલું ગરમ કરતાં જે બાષ્પીભૂત અવાહી મળે છે તે બગ્ગરમાં પેટ્રોલ અથવા ગેસોલીનને નામે વેચાય છે. ૧૫૦ સે. થી ૩૦૦ સે. વચ્ચે બનતો બાષ્પીભૂત અવાહી પેરેફીન કેરોસીનને નામે વેચાય છે, જ્યારે બાકી રહેલા પદાર્થમાંથી ઊંચાણું તેલ પેરેફીન વેક્સ અને એવી બીજી વસ્તુઓ બનાવવામાં વપરાય છે.

જમીનની અંદર રહેલાં ખાણના છિદ્રો, નાનીમોની કાગે, વગેરેમાં જેમ પાણી ભરાઈ રહે છે તે જ પ્રમાણે આ તેલનું પણ છે. એનો સંગ્રહ પણ ખડકોમાં પાણીની માફક જ થાય છે. વળી,

પાણીની માફક મોટાં છિદ્રાતુ ખડકો, જેવાં કે રેતી, રેતીપાપણુ ચૂર્ણપાપણુ, અને ટુંકુ જેવામાં જ તેલનો સંગ્રહ થાય છે. આગ્નેય ખડકો તેલના સંગ્રહ માટે નકામાં ગણાય છે ; જ્યારે વિકૃત ખડકોમાં તો એનો સંભવ ખિલકુલ અશક્ય છે.

નીચે દર્શાવેલા સંજોગોમાં પેટ્રોલિયમ મળતુ અસંભવિત છે :

(૧) આગ્નેય ખડકોમાં પેટ્રોલિયમ કદી મળી શકતું નથી, સિવાય કે નજીકનાં જલકૃત ખડકોમાં પેટ્રોલિયમ હોય અને તેની અંદરથી ચોકુંધણું તેલ આગ્નેય ખડકોમાં પચી ગયું હોય.

(૨) વિકૃત ખડકોમાં પણ પાસેના પેટ્રોલિયમના અંશવાળાં જલકૃત ખડકોમાંથી પચેલું જે ચોકુંધણું તેલ મળી શકે તેનું કારણ એ છે કે જે દબાણને લીધે એ ખડકો વળીને તૂટી જાય છે અને એમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી ગરમી કાલસાને ઐકાષ્ટના રૂપમાં ફેરવી નાંખે છે તે અતિ પ્રચંડ દબાણની અસરમાં પેટ્રોલિયમ જેવો ઔદ્રિક પદાર્થ પોતાના જ સ્વરૂપમાં ક્યાંથી રહી શકે? નાઈસી અને સીરીઝ જેવાં વિકૃત ખડકોમાં મળતી ઐકાષ્ટનાં શિશુ પણ કાલસા પદાર્થમાંથી ઉત્પત્તિ પામી હોય એ સંભવિત છે. વળી વિકૃત ખડકોનાં છિદ્રો પણ અતિ-શય ખારીક હોવાથી બીજાં ખડકોમાંનું પેટ્રોલિયમ એમાં ધણું પચતું પણ નથી, એ જ કારણથી કેમલિયનયુગથી જૂના કાળનાં ખડકોમાં પેટ્રોલિયમ મળવાનો ખિલકુલ સંભવ નથી; કારણ કે એ ખર્ષા વિકૃત દશા પામેલાં ખડકો છે.

નીચે વર્ણવેલાં ખડકોમાં પેટ્રોલિયમ સાંપડવાના સંજોગો છે :

(૧) પેટ્રોલિયમ દમેશાં સામુદ્રિક જલકૃત ખડકોમાં જ મળે છે. જ્યાંજ્યાં તેલના કૂવાઓ ખણાયા છે ત્યાંથી બધેથી સમુદ્રના

છીજરા પાણીમાં બધાયેના રેતીપાપાણુ, ચૂર્ણપાપાણુ અને માટીપાપાણુ યુક્ત। અરજેણે સદિત મળી આપ્યા છે. ઘણી વખત તેવની સાથે મીઠાના જરયા પણ મળે છે એ નોંધવા જેની બાબત છે, પરંતુ જે ખડકોમાં મીઠું મળે ત્યાં તેવ ગણતું જ જોઇએ એવું કંઈ નથી

તેમના પ્રવાહી ગુણ વધારે હોયથી એક ખડકના ધરમાંથી યીજત ખડકના ધરમાં સહેવાઇથી વધી જઇ શકે છે અને તેથી એનો ઉદ્ભવ ખરેખર કયા ખડકમાં થયો હશે એ કહેવું મુશ્કેલ બને છે. પરંતુ મોટે ભાગે રેતીપાપાણુ અને ચૂર્ણપાપાણુ સાથે રહેલા કાર્બો-નેસિયસ માટીપાપાણુમાં એનો ઉદ્ભવ થયો હોવાનું મનાય છે. કેમકિયનયુગથી માંડીને બધા યુગના ખડકોમાં તેન કાંક કાંક મળ્યું છે, પરંતુ મુખ્યત્વે ઠરીને કાર્બોનીફરસ અને ટર્શિયરીયુગના ખડકો તેતને માટે ખાસ જાણીતા છે.

(૨) ઉભયપક્ષી નમેના જસકૃત ખડકોમાં તેલ ખાસ કરીને મળે છે. એમાં પણ ખાસ કરીને બધું તેન અપમામી ઉભયપક્ષી નમનના ઊપલા ભાગમાં જમા થાય છે અને તેથી એવા નમનવાળા ખડકમાં જ એની શોધ કરવામાં આવે છે

રસાયણશાસ્ત્રની દ્રષ્ટીથી જોતા વનસ્પતિતત્ત્વનું ર્ષાંતર થવાનું કાર્ય ધણું સહેલું કહેવાય છે. એને ફક્ત ૩૦૦ સે જેટલી ગરમી જોઇએ છે, અને તે સહજે મળી રહે છે. એની ઉપર એક અભેદ ખડકનું પડ પડેનું હોય તો ઉત્પન્ન થતા ગેસને બહાર બિડી જવાનો સંભવ નથી રહેતો તેના જમાવથી એ ગેસનું દમાણુ વધે છે. વળી પાણીની હાજરી પણ જમીનના પેગમાં હોય છે ખરી આ બધા સંજોગો પેટ્રોનિયમની ઉત્પત્તિ માટે કુદરતમાં સહેનાઈથી મળી રહે છે અને તે જ કારણને લીધે એવી માન્યતા છે કે પેટ્રોનિયમ ખાસ કરીને કાર્બોનિસિયસ માટીપાપાણુમાં મળવું જોઇએ.

પરિશિષ્ટ ૧

વિજ્ઞાનપરિભાષાકોષ

- Amorphous-અરૂઢિક; અનુદભૂતરૂપ
Alluvium or Alluvial soil-કાંપ; કાંપવાળી જમીન
Anticline-અપગ્રમી ઉભયપક્ષી નમન
Axis-અક્ષ; ધરી
Analysis (Chemical)-પ્રયક્ષરણ
Asphalt-એક જાતનો હામર
Animal Kingdom-પ્રાણીકુલ
Asymmetrical-અસમપ્રમાણ; વિપ્રમપ્રમાણ
Asymmetrical anticline-અસમપ્રમાણ : અપગ્રમી નમન
" syncline- " ઉપગ્રમી નમન
Accessory mineral-ઘેાણું ખનિજ
Bed-રેતર
Beginning-આરંભ
Bad-નબળી-soil
Bitumen-ચિકાચિત, બિટુમન
Chemical compound-સંકીર્ણ પદાર્થ
Chemical decomposition-રાસાયણિક વિઘટન
Chemical composition-રાસાયણિક સંઘટન, રાસાયણિક રચના
Crust (outer)-બાહ્યકવચ
Convulsions-સંક્રોશ; ઉત્પાત; ઉપવપાવણ; આંતર ઉપાધિ
Coral-પરવાળાં
Creek-નાની ખાણ; નાળ; નેળ
Crystals-રૂઢિક
Crystalline system-રૂઢિકવ્યવસ્થા, ક્રીટિક
China clay-ચિનાઈ માટી
Contact metamorphism-સંપર્કજન્ય વિઘટન
Cohesiveness-ચેતકતા; સંઘેલેષ

Chemical affinity-રાસાયણિક સંનિકર્ષ

Circum-denudation-પગ્નિ અપાવન

Coastal system-તીરોત્થિત ખડક

Clay-સૂક્ષ્મમ કદમ, માટી

Capillaries-કેરાનાવિકા

Crystalline-રૂઢિભય

• Current bedding-વિક્ષિપ્ત પડ, પડવિરૂપ

Clinometer-નમનમાપક યંત્ર

Denudation-અપાવન

Dip angle-નમનકોણ, આનતિ

Dip direction-નમનદિશા

Delta-કદમદ્વીપ મલદ્વીપ, બધા ઘેલી, ઘેરેલી જમીન, મુખપ્રદેશ

Deposit-જમાવ

Drift soil-આગળ જમીન

Dress-સરકાર

Double refraction-દ્વિગુણ અથવા બેગુણ બિંબબ્યાપાત

Dress (a stone)-ધડવુ, સરકાર

Dissolve-ઝોળવ

Downthrow-નિચોદ, અવચોદ

Erosion-ધોવાણ, અપક્ષાલન

Earth's surface-ભૂપૃષ્ઠ, પૃથ્વીની સપાટી

Evidence-પ્રમાણ

Equilateral-સમપક્ષી

Equiangular-સમકોણી

Energy-કાર્યસાધક શક્તિ (abstract), કાર્યસાધકત્વ (matter) વેગ

Elastic-સ્થિતિરચાપક

Formation-સ્તરરચના, સ્તરરચના

Fissile-ચીરાડો ફાટ

Fault-અવચોદ

Fuse-પીગળવ

Friable-ભાંગવું

Fold-વળ (થરનો)

Foliation-વળ

Fault-plane-અપચ્છેદની કાટ

Fair-સામાન્ય

Geology-ભૂવિદ્યા

Geological-ભૂવિષયક

Geologist-ભૂવેત્તા; ભૂવૈજ્ઞાનિક

Geological record-ભૂરેવરક્રમ

Ground water-ભૂમર્મિતું જળ

Glacier-હિમાળી (રચાથી રવરૂપ); હિમપ્રવાહ (ચલ રવરૂપ)

Gravel-મરડ; મરડિયો

Gorge-ઊંડું કાતર

Group-વિભાગ

Hardness-કઠણતા; કઠિનતા

Horizon-રેતરખંડ

Horizontal-અનુપૃષ્ઠ

Homogeneity-સમસંધર્મ

Heterogeneity-વિપમસંધર્મ

Hade-અપચ્છેદકાળ

Heave-અનુપૃષ્ઠ અંતર

Interval-અન્તરમાળા

Intertrappean-

Interior-પેટાળ; ગર્ભ; પેદું; અંતર

Inorganic matter-નિર્જીવ દ્રવ્ય

Inorganic pollution-સંસર્જદોષ

Industrial revolution-ઐતિહાસિક વિપ્લવ, પરિવર્તન

Inclined-આગળ; ના

Image-પ્રતિબિમ્બ

Isostasis-સમવિનિમય

Irregular-અપ્રમાણ

Iron matter-લોહતત્ત્વ, લોહમય દ્રવ્ય

- Inter-અતરિયત ખડક
 Joint-તડ
 Later-પ્રધાદભૂત ; અનન્તરકાલીન
 Lubricant-ઊંચલુદ્રવ્ય ; સિન્ધુદ્રવ્ય
 Lubricating oil-ઊંચવાનું તેલ
 Land-slide-ભૂપર્ચોસ
 Life (animal or plant)-જીવ
 Land-region-સ્થળપ્રદેશ
 Loam-ખારીક રેતાળ જમીન
 Land animals and plants-સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલ
 Latitude-અક્ષાંશ
 Longitude-રેખાંશ
 Lavn-ભૂરસ
 Moraine-હિમમળ
 ,, lateral-પડખાનો હિમમળ
 ,, medial-મધ્યમ
 ,, terminal-અંતિમ
 Mineral-ખનિજ
 Mineral composition-અતર્કિત ખનિજો
 Mineral 'oil'-ખનિજ તેલ
 Mineralogy-ખનિજવિદ્યા
 Monocline-એકપક્ષી નમન
 Mixture (mechanical)-(સંયુક્ત પદાર્થ) સમિશ્રણ, મિશ્રણ
 Marine transgression-સમુદ્રજલ આક્રમણ
 Metamorphism-વિકાર
 Natural forces-નૈસર્ગિક બળો
 Normal fault-અનુરેખી અપવેગ
 Oldest-પ્રાચીનતમ
 Outcrop-અનારત અક્ષર
 Older-પુરાણ, પ્રાચીન, પ્રાચીન
 Organic matter-સજીવ દ્રવ્ય, સર્જન દ્રવ્ય

Organic pollution-સકરદોષ

Ochre (red)-લાલ ઝેર

„ (yellow)-પીળો ઝેર

Outlier-બહિઃસ્થિત ખડક

Primitive-અનુક્રાંત ; પ્રાથમિક, આદ્ય; મૂળ

Precipitation-સંનિકર્ષજન્ય ધનીભવન, જમાવ, જમાવણુ

Precipitate-સંનિકર્ષજન્ય ધન

Plasticity-ધટનશક્તિ

Porosity-છિદ્રાવૃતા (સંછિદ્રતા)

Pitch-ડામર; રાળ

Paraffin wax-મીથુનો એક પ્રકાર

Physicists-ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ

Plant kingdom-તનુસ્પતિકુલ

Plateau-અધિતથકા, ઝાંચી સપાટ જમીન, સપાટ પર્વત

Rock-ખડક, માટી, દ્રવ્ય

Radius-ત્રિજ્યા

Refraction-નિઃખંડાધાત

Regional metamorphism-પ્રાદેશિક વિહાર (વિસદૃષાન્તર)

Reptiles-ઘરગ પ્રાણીઓ

Recent-અર્વાચીન

Residual soil-અવશિષ્ટ જમીન

Ranges of mountains-પર્વતાવલિ, પર્વતમાલ

River-bed-નદીનો પટ

River bank-નદીનો તટ

Rocks sedimentary-જલદૃત ખડકો

„ metamorphic-વિદૃત ખડકો

„ igneous-આગ્નેય ખડકો

Reversed fault-વિરોધી અપચ્છદ

Rich-ઉત્તમ

Soil-જમીન

Soil science-જમીનવિજ્ઞાન

- Subsoil-નીચલી જમીન, ઉપમુખિ
 Silt-જલમય, કદમ
 Slag-ખાદ્યમય, નીચાર, જાળામુખી પરંતુમાળી નીકળેલા ડિફમય પદાર્થ
 Shale-માગીપાપાખ
 Snow-line-હિમરેખા
 Sea-weeds-લીલ
 Stratum-ચર, સ્તર
 Stratigraphical divisions-સ્તર વિભાગ
 Series section-સ્તર સપાત
 Stage-સ્તર મેણી
 Slate-વિદ્યુત માગીપાપાખ, રૂઝેટ
 Strike-નમનાપાત
 Specific gravity-વિશિષ્ટ ધન્ય
 System-સ્તરવ્યૂહ
 Syncline-ઉપમાખી ઉભવપટ્ટી નમન
 Structure-રચનાક્રમ
 Sediment-ખડકદ્રવ્ય
 Solar system-સૂર્ય મંડળ
 Sea-level-સમુદ્રપૃષ્ઠ
 Sea-bottom-સમુદ્રતળ
 Surface-water-પૃષ્ઠજલ
 Solubility-દ્રવ્યતા (ન) દ્રવ્યશક્તિ
 Soluble-દ્રવ્યશીલ
 Soluble-દ્રાવ્ય
 Solution-દ્રાવણ
 Symmetrical-સમપ્રમાણ
 Seismograph-ભૂકંપ માપકરણ
 Separation-વિસ્થાપન
 Shell-છીપ, રાખવા
 Stress & strain-આશ્લેષણ/વિસ્થાપન
 Sediment-આવરણ, નીચરણ

- Submetamorphic—અર્ધવિકૃત
 Spring—ઝરો
 Sea animals & plants—સામુદ્રિક પ્રાણીજનસ્પતિકુલ; સમુદ્રપ્રાણી
 Secondary mineral—ઉપખનિજ
 Table—કોઠો
 Texture—અવયવસંઘટન
 Toughness—કઠોરતા
 Tectonic—સંશોભનન્ય
 Topography—પૃષ્ઠદશા
 Tenacity—ચીકારા
 Unconformity—કંમલંબ
 Upthrow—ઉચ્છેદ
 Veins—શિરા
 Vegetable matter—જનસ્પતિકુલ
 Vertical—અભિરૂઢ
 Volcanic action—જ્વાલામુખી વ્યાપાર, ક્રિયા
 Valley—ઉપત્યાકા, ખીણ, ખીણપ્રદેશ
 Volatile—વાયુપરિણામશીલ
 Watershed—જલાકર; જલભંડાર; જલપાત
 Weathering—ભૌતિક અપક્ષય
 Water table—જલની ભૂગર્ભસીમા
 Water region—જલપ્રદેશ
 Zone—ખંડ; સ્તરખંડ



વિજ્ઞાન પરિભાષાકોષ

(૨) ગુજરાતી-અંગ્રેજી

- અનન્તરકાલીન-Later
અક્ષાંશ-Latitude
અતર્જિત ખનિજ-Mineral composition (of the rock)
અનુરોધી અપચ્છેદ-Normal fault
અન્તઃવૃત્ત અરા-Outcrop
અનુક્રાંત-Primitive
અધિત્યક્ષ (જેથી સપાટ જમીન)-Plateau
અર્વાચીન-Recent
અવશિષ્ટ જમીન-Residual soil
અર્ધવિઘટ-Submetamorphic
અવયવ સઘટન-Texture
અભિપૃષ્ઠ-Vertical
અરકૃટિક અઘ્રુદશૂતરોપ-Amorphous
અપગામી ઉભયપક્ષી નમન-Anticline
અક્ષ-Axis
અસમપ્રમાણ અપગામી નમન-Asymmetrical anticline
અસમપ્રમાણ ઉપગામી નમન-Asymmetrical syncline
અપાનરણ-Denudation
અવચ્છેદ-Downthrow
અપક્ષાનન-Erosion
અપચ્છેદ-Fault
અપચ્છેદની રાઈ-Fault-plane
અનુપૃષ્ઠ-Horizontal
અપચ્છેદકોણ-Hade
અનુપૃષ્ઠ અતર-Heave
અન્તરગાળો-Interval (Geological)
અપ્રમાણ-Irregular
અંતરિયત ખડક-Inlier
આરંભ-Beginning
અતરવૃષાધિ-Convulsions

- આનતિ-Dip angle
 આગતુક જમીન-Drift soil
 આનત-Inclined
 આદ્ય-Primitive
 આગ્નેય ખડકો-Igneous rocks
 આત્મેયણનિસ્તેયણ-Stress and strain
 આછરણ-Settling of sediment
 ઉત્પાત; ઉથલપાથલ-Convulsions
 ઉરગ પ્રાણીઓ-Reptiles
 ઉત્તમ-Rich (soil)
 ઉપજમિ-Subsoil
 ઉપગામી ઉત્થપક્ષી નમન-Syncline
 ઉપખનિત-Secundary mineral
 ઉપ્પેદ-Uprothrow
 ઉપત્યક-Valley
 ઊંચલુદ્રવ્ય-Lubricant
 ઊગવાતું તેલ-Lubricating oil
 એકપક્ષી નમન-Monocline
 ઓગળણ-Dissolve
 ઔદ્યોગિક વિપ્લવ, ઔદ્યોગિક પરિવર્તન-Industrial revolution
 કાંપ; કાંપવાળો જમીન-Alluvium; Alluvial soil
 કેશનાસિકા-Capillaries
 કદમદ્વીપ-Delta
 કાર્યસાધક શક્તિ-Energy (abstract)
 કાર્યસાધક તત્વ-Energy (matter)
 કોતર-Gorge
 કઠણશ; કઠણપણ; કઠિનતા-Hardness
 કદમ-Silt
 કોષ્ટ-Table
 કઠોરતા-Toughness
 ક્રમભંગ-Unconformity
 ખનિત-Mineral
 ખનિત તેલ-Mineral oil

- ખનિજવિજ્ઞાન-Mineralogy
 ખડક-Rock
 ખીણ, ખીખ્રેદેશ-Valley
 ખડ-Zone
 ખડકરૂપ-Sediment
 ગર્ભ-Interior (of the earth)
 ઓરુ-Ochre
 ઓરુ, લાલ-Red ochre
 ઓરુ પીળો-Yellow ochre
 ગોળા ખનિજ-Accessory mineral
 ધરનરૂપતા-Plasticity
 ચિનાઈ માટી-China clay
 ચીકાકા-Cohesiveness, Tenacity
 ચીરાટો-Fissile
 છિદ્રાશુભા-Porosity
 કાષ્ઠખલ-Shell
 નિમાવ-Deposit
 જીવ-Life (animal or plant)
 નિવૃત્ત ખડકો-Sedimentary rocks
 નમીન-Soil
 નમીન વિજ્ઞાન-Soil science
 નળમળ-Silt
 નમીન ઉત્તમ-Rich soil
 , સારી-Good =
 „ સામાન્ય-Fair „
 „ નબળી-Poor „
 નિવાસાશ્રુખી વ્યાપાર-કૃતિ-Volcanic action
 નિવહર, નિવહરદાર, નિવહાર-Watershed
 નિલની જુગલસીમા-Water table
 નિવપ્રદેશ-Water region
 ઝરો-Spring
 ડામર એક જાતનો-Asphalt
 ડામર-Pitch

તીરોત્થિત ખડકો—Coastal system

વડ—Joint

વિગ્ર્યા—Radius

વટ (નદીનો)—River bank

થર—Bed ; Stratum

દ્વિગુણ બિમ્બવ્યાધાત—Double refraction

દ્રાવ્યતા ; દ્રાવ્યશક્તિ—Solubility

દ્રાવ્યશક્તિ—Soluble

દ્રાવ્ય—Solute

દ્રાવ્ય—Solution

ધરતું—To dress (a stone)

ધોવાણુ—Erosion

ધાતુમેધ—Slag

નિચ્છેદ—Dowthrow

નિજીવ દ્રવ્ય—Inorganic matter

નબળી—Bad

નત—Inclined

નાની ખાડી ; નાળ ; નેળ—Creek

નમનમાપક ચંત્ર—Clinometer

નમનકોણ—Dipangle

નમનદિશા—Dip direction

નૈસર્ગિક બળો—Natural forces

નીચલી જમીન—Subsoil

નમનાધાત—Strike

નિવરણ—Settling of sediment

પૃષ્ઠદશા—Topography

પીંડ—Shell

પટ (નદીનો)—River bed

પર્વતાવલિ—Ranges : (of mountains)

પ્રાદેશિક વિકાર—Regional metamorphism

પૃથક્કરણ—Chemical analysis

પ્રાણીકલ—Animal kingdom

પરવાળાં—Coral

પરિતઃસ્પર્શ—Circum-denudation

પરવિસ્થાપ—Current bedding

પ્રમાણ-Evidence

પીગગુ-Fuse

પેટા-Interior of the earth

પ્રતિબિમ્બ-Image

પ્રશ્નાદ્ભૂત-Later

પ્રાચીનતમ-Oldest

પુરાણ પ્રાચીન, પ્રાચીન-Older

પ્રાથમિક-Primitive

ખાલ કષય-Crust of the earth

ખારીક રેતાળ જમીન-Loam

બહિરિયત બહ-Outlier

બિન્નબ્યાયાન-Refraction

ભસતુ-Frable

ભૂકંપમાપન ચક્ર-Scismograph

ભૂવેત્તા, ભૂવેત્તાનિક-Geologist

ભૂતરિક્કમ-Geological record

ભૂગર્ભનું જળ-Ground water

જમીન-સ્લિડ-Land slide

ભૂવિદ્યા-Geology

ભૂવિષય-Geological

ભૂરસ-Lava

દૈનિક અપસ્રય-Weathering

દૈનિકશાસ્ત્ર-Physicist

ભૂપૃષ્ઠનું જળ-Surface water

મળદ્વીપ-Delta

મરડ, મરડિયા-Gravel

સાપીયાપાણ-Shale

રાસાયણિક વિઘટન-Chemical decomposition

રાસાયણિક સંયતન-Chemical composition

રાસાયણિક સંનિષ્ઠ-Chemical affinity

રેખાગ-Longitude

રાગ-Pitch

રચનાક્રમ-Structure (arrangement, folding etc of rocks)

લોહનરવ, લોહમય દ્રવ્ય-Iron matter

લીન-Sea weeds

୧. ବିଶିଷ୍ଟ ୫୧-Current bedding
 ଶକ୍ତି-Energy
 ଘଣ୍ଟ (ଧରଣ)-Folds
 ଘଣ୍ଟ-Foliation
 ବିଭାଗ-Group
 ବିଭିନ୍ନ ସଂଘଟନ-Heterogeneity
 ବିଚାର-Metamorphism
 ଧନୁସ୍ତମ୍ଭ-Plant kingdom
 ବିକୃତ ଧାତୁ-Metamorphic rocks
 ବିରୋଧୀ ଅପସ୍ତମ୍ଭ-Reversed fault
 ବିକୃତ ଧାତୁ-Plateau-Slate
 ବିଶିଷ୍ଟ ଘନତା-Specific gravity
 ବିଚ୍ଛିନ୍ନ-Separation
 ଧନୁସ୍ତମ୍ଭ ଦ୍ରବ୍ୟ-Vegetable matter
 ଶିଳାବିତ-Bitumen
 ଶିଳା-Veins
 ଶିଳାବିତ-Tectonic
 ସମୁଦ୍ରଜୀବ-Sea animals and plants
 ସମମିତ-Symmetrical
 ସମୁଦ୍ରତଳ-Sea bottom
 ସମୁଦ୍ରସ୍ତର-Sea level
 ସୂର୍ଯ୍ୟମଣ୍ଡଳ-Solar system
 ଶରୀର-Bed; stratum
 ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ-Chemical compound
 ଶିଳାବିତ-Convulsions
 ଚକ୍ରି-Crystal
 ଚକ୍ରିକ-Crystalline
 ଚକ୍ରିକ-Crystalline system
 ଶିଳାବିତ ବିଚାର-Contact metamorphism
 ଶିଳାବିତ-Cohesiveness
 ଶିଳାବିତ କଣିକା-Clay
 ଶିଳାବିତ କଣିକା-
 ଶିଳାବିତ କଣିକା-

સ્થૂળ કદમ—

સ્થૂળતર કદમ—

સ્થૂળ રેતી—

સ્થૂળતર રેતી—

સરેકારડું-To dress (a stone)

સમપક્ષી-Equilateral

સમકોણ-Equangular

સ્તર-System (geological)

સ્તરઘોણી-Stage (geological)

સ્તરવિભાગ-Stratigraphical division

સ્થિતિસ્થાપક-Elastic

સ્તરસંઘાત, સ્તરસ્થળ-Formation, Series, Section,
(Geologica l

સામાન્ય-Fair (soil)

સ્તરખંડ-Geological horizon, Zone

સમસંધન-Homogeneity

અસંગૃહીત-Inorganic pollution

સમવિનિમય-Isostasis

સ્થળ પ્રદેશ-Land region

સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકૃત-Land animals and plants

સંસૃષ્ટ પદાર્થ, સમિશ્રણ-Mechanical mixture

સમુદ્રગળ આક્રમણ-Marine transgression

સજીવ દ્રવ્ય-Organic matter

સંકરદોષ-Organic pollution

સનિષર્જનન્ય ધનીભવન-Precipitation

સનિષર્જનન્ય ધન-Precipitate

સચ્છિદ્રતા-Porosity

હિમાની (રેથાપી સ્વરૂપ)-Glacier

હિમપ્રવાહ (ચલસ્વરૂપ)-Glacier

હિમમળ-Moraine

હિમમળ પડખાને-Lateral moraine

હિમમળ મધ્યનો-Medial moraine

હિમમળ અંતિમ-Terminal moraine

હિમસીમા-Snow line

વિષયસૂચિ

	પૃષ્ઠ		પૃષ્ઠ
અડીક	૧૬૦	અસમપ્રમાણ કિલયપદી નમન	૮૩
અનુપૃષ્ઠ અંતર	૮૫	અક્ષ	૫૩
અનાદૃત અંશ	૮૦	આર્કિયનગ્રહ	૯૪, ૧૧૮
અનુરોધી અપરોક્ષ	૮૫	આએય ખડક	૬૩
અંતરિચિત ખડક	૮૭	" ની ઉત્પત્તિ	૬૩
અનાવૃક્ષ	૧૬૩	આંતર આએય ખડક	૬૪, ૬૫, ૬૬
અપરોક્ષ	૮૪	આશરોપેડા	૪૮
અપરોક્ષ કોણ	૮૫	આમન પાછરાઈ	૬૨
અપરોક્ષની ફાટ	૮૫	આણ	૧૦૬
અપગામી કિલયપદી નમન	૮૧	આરસપદાણ	૯૧, ૧૬૬, ૧૬૭
અપાવરણ	૭૬	આરાસુર	૧૦૬
અપિકા	૧૧૫	આરાવસિપરંત	૯૨, ૧૦૬
અભક (માઠકા)	૫૯, ૧૬૩	આરાવસિસંધાત	૧૨૧
અભિપૃષ્ઠ અંતર	૮૫	આલગી	૪૪
અમરાવાડ	૧૬૧, ૧૬૩	આલાખારદર (એલાખારદર)	૧૬૬, ૧૬૭
અમનગર	૧૬૨		
અમલાદ્યુદ	૧૧૨, ૧૧૫	આવીકુણા	૧૩૦
અલ્પાર કયોડ્ડાઈ	૧૨૩	ઇકવલ	૧૫૪
અસિરાજપુર	૧૩૯	દકિનિસ્ટસ	૪૫
અવશેષ	૩૧	ઇંદર મનીટ	૧૨૩
" પ્રાણિકુલના	૩૨	ઇએમલનદી	૧૦૧, ૧૦૨
" વનરપાત્રકુલના	૩૨	ઇંદર દ્રેષીઅન જલકૃત ખડક	૧૪૫

	પૃષ્ઠ
ધનકા ટ્રેપીઅન ગ્રેણી	૧૩૭, ૧૩૮
ધયુરીડેઝમા	૯૯
ધર્શન	૧૭૬
ધલાવ	૧૫૦
ધમેકટ્રોલોઝસ	૧૨૬
ઉચ્છેદ	૮૫
ઉનિયો	૧૪૫
ઉપખનિજ	૫૭
ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમન	૮૧, ૮૨
ઉરગ પ્રાણી	૯૯
ઉ'ગવનુ' તેલ	૧૭૬
ઉમીઆ	૧૨૬, ૧૩૧, ૧૩૩
ઉમીઆસંઘાત	૧૨૬, ૧૨૭
ઉમીએ આઘટ	૧૩૩
એકીનોડરમા	૩૬, ૧૪૮
એકપક્ષી નમન	૮૨
એગેટ (અકીક)	૫૬, ૧૪૧, ૫૯, ૧૧૦
એડેસાઇટ	૬૬, ૭૦
એને મે સાર્પટ	૧૪૦
એનોર્થોસાઇટ	૯૫
એપાર્કીઅન કમળંગ	૯૬
એપોરીસાઇટ	૧૪૦
એમેથીરટ	૫૬
એમોનાઇટ	૧૩, ૧૩૦, ૧૩૨, ૧૩૪

	પૃષ્ઠ
એલાખાસ્ટર	૫૮
એલીફસ	૧૫૪
એલ્યુમિનિયમ	૧૬૧
એસપીડેસ્ટીરાસ	૧૩૧, ૧૩૨
એસડ ખડક	૬૭
એરમેસ્ટોસ	૧૬૩
એસ એડ્સ	૧૪૨
એકસોઝરા	૧૩૨
એમ ઇટ	૬૦
એનિથા	૪૪
એર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર	૫૮
એનિકસ	૧૬૦
એનિકસ આરસ	૧૬૭
એપેનીઆ	૧૩૧, ૧૩૨
એર્થોરોહોઝમક	૫૩, ૫૪
એલીગેસીન	૧૪૮
એલડરેડ સેડરેટાન	૪૪
એલકુમે	૧૩૧
એલવીન	૬૧
એ.રૂટીઆ	૧૩૦
એરગા	૧૧૫
કચ ૧૫૧, ૧૫૩, ૧૫૪, ૧૬૧, ૧૬૩	
કડાપાન્યુદ	૮૬, ૧૨૨
કપડરંગ	૧૬૧
કરજન	૧૫૦

પૃષ્ઠ

પૃષ્ઠ

કરોડચિનાનાં આણી	૩૭
કિવકલામ	૧૬૯
કવોદરનરી વ્યૂદ	૧૫૨
કવેદરનરી વિભાગનો હિમયુગ	૧૦૨
કવેદ્રંજ	૫૬,૧૪૧
કવોદ્રંજઘટ	૭૪
કલંકોદ્રવેખીસ	૧૨૬
કમળંગ	૮૫,૮૬
કમળંગકાળ	૧૨૭
કશાટશિયા	૪૪
કમુખિત	૫૩
કાંકરિયુતગાવ	૧૧૭
કાંકિયાવાડ ૧૪૮,૧૫૧,૧૫૩,૧૬૧	
કાંપવાળી જમીન	૧૫૪
કાવા	૧૬૩
કાળી જમીન	૧૪૭,૧૫૭
કાનેલિયન	૧૫૯,૧૬૦
કાબોનિફ્રસ	૩૯,૪૫,૪૬
કિટશિયસવ્યૂદ ૩૮ ૪૩,૪૬,૧૩૪	
કિનોઇડ	૩૯
કીમ	૬૫૦
કેઇનોએઇડ : ૪૩	૩૭,૪૧,૪૨
કેટ્રાન	૧૩૧,૧૩૩
કેપ્ટન ઓટ	૧૨૮
કેમલોપારડલીસ	૧૫૧
કેરોલીન	૧૭૬

કૅલનાઇસ	૯૫
કૅલ્સ ઇટ	૫૭
કૅફીટ	૧૧૪,૧૧૮,૧૧૯
કૅનિફ્ર ૪૬,૧૨૬,૧૨૧,૧૩૩	
કૅરબ્યુઝા	૧૩૨,૧૩૪
કૅરમ	૩૮,૧૩૨
કૅમ્બોમરેટ	૭૪
.. કૅનીટ	૭૪
.. કૅવેદ્રંજ	૭૪
.. લાઇમરેટન	૭૪
કાચરની સોનાની ખાણ	૯૬
કોશ	૩૮
ખડક	૬૩
ખાલ ત	૧૧૫
ખાલાતનો અખાત	૧૪૮
ખાનજ	૫૨
ખનિજની કમિનતા	૫૫
ખનિજની વિ.રેષ્ટ ધનતા	૫૬
ખાલિજ તેલ	૧૭૬
ખીજીયા	૧૬૧
ખેડા	૧૬૧,૧૬૩
ખગાઓપેરીસ	૯૯
ખોસોપેરીસ	૯૯
ખિરના પર્વત	૬૩૧
ખિરનાર	૧૦૬

	પૃષ્ઠ		પૃષ્ઠ
ગુજરાતનો કિનારો	૧૧૫	ચારી	૧૩૨
ગુજરાતની કાંપવાળી જમીન	૧૫૪	ચાંપાનેર	૧૨૧
ગુજરાતની ખનિજ સંપત્તિ	૧૫૭	ચાંપાનેર રતર	૧૨૧
ગુજરાતનો તળાવો	૧૧૦	ચિનાષ ભાગી	૫૯
ગુજરાતની નદીઓ	૧૦૮	ચીન	૧૭૬
ગુજરાતના બૂક પ અને જવાબામુખી	૧૧૧	ચૂર્ણપાપાણી	૩૪,૫૭,૭૫
ગુજરાતની ભૂમિરચના	૧૦૩	„ છીપ	૭૬
ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના	૧૧૬	„ પરવાળા	૭૬
ગોધ્રો	૬૬,૬૮	„ કીનોષકલ	૭૬
ગોઝ (ઓકર)	૧૫૯,૧૬૧	„ ઊનિટિક	૭૬
ગોલિના	૬૧	ચેનસીડાની	૫૭
ગોસ્ટરોપોડા	૪૧	ચોગીવા	૧૧૩
ગોસોલીન	૧૭૬	છાનાગદેપુર	૧૩૯
ગ્રેન્યુલાઇટ	૯૧	જમીન	૨૩
ગ્રેટોલાઇટ	૩૯	જલકૃત ખડક	૫૧,૬૩
ગ્રેનીટ ૫૯,૬૬,૬૭,૧૬૬ ૧૬૮		જળની ભૂગર્ભસીમા	૨૦,૨૧
ગ્રેવેલ	૭૪	જળધિભ	૨૫,૨૬
ગ્રાસકોડાના હીરા	૯૭	જ્યુનાસિક વૂડ	૩૭,૩૯,૪૩,૧૨૬
ગોલ્ડન ડિવાઇટ	૧૩૨,૧૩	જખલપુરના ખડક	૧૩૭
ગોપનાથ	૧૫૧	જરલીથીઆ	૧૩૦,૧૩૨
ગોડનાના પ્રદેશ	૯૯	જવાલામુખી	૫૧,૧૧૧
ગોડનાના વૂડ	૯૮,૧૨૪	જાસમ	૫૮,૧૬૧
ધોધા	૧૧૫, ૫૧	જના રોષ	૩૧,૩૨
ચટ	૫૭	જુરીઓ	૧૧૨
ચારોગાઇટ	૯૫	જેસલમેર	૧૩૪

	પૃઠ		૫
જેસલમેર ચૂંટણીપાયાણુ	૧૩૪	અમર	૧૭૬
જેરપર	૧૬૦, ૧૬૬, ૧૬૮	અપેરાષ્ટ	૬૬, ૬૮
જોગેશ્વરી	૧૪૨	અર્ધિનનો ઉત્કાન્તિવાદ	૩૫
જોડિયા	૧૧૩	અધોગ્રેષ્ટ	૩૬
જરાની કલ્પતિ	૨૧	કુવાનિયનચૂંટ	૩૭, ૪૬
જરા-અરમ પાણીના	૧૫૬, ૧૬૨	કાલેરાષ્ટ	૬૬, ૬૬, ૧૪૦
કિંક બેડ	૬૧	કાલેરાષ્ટ	૭૬
કીઓનાઈટ	૧૪૦	તડ	૭૮
કેફેરીટ	૩૮	તડકેસર (તારકેશ્વર)	૪૬૧, ૧૬૨
કશિંયરી કાળ	૩૬, ૧૪૬, ૧૪૮	તળાવો	૧૧૦
કશિંયરી ખડક (કરગ)	૧૫૭	તાપી (તપતી)	૧૦૬, ૧૫૦, ૧૫૨
" " (કાઠિયાવાડ)	૧૫૩	તીરોદિયત ખડક	૧૨૭
કાષ્ઠીક	૬૮, ૧૨૫, ૧૩૪	ગુલસીસામ	૧૬૩
ક્રાઈસ્ટલિક	૫૩, ૫૪	ચર	૭૭
ક્રાઈઝોનીઆ	૧૩૦, ૧૩૨, ૧૩૩	ચરના વળ	૮૦
ક્રાઈસોબાઈટ	૪૪	ચોમસેનાઈટ	૧૪૦
કીઓફાઈલમ	૧૨૬, ૧૩૩	કમળ	૧૧૫
કૂવા	૧૬૩	કમળગર્મા	૧૧૫
કેટ્ટાગોનલ	૫૩, ૫૪	કલિયુ દ્રેષ	૧૦૧, ૧૩૩, ૧૩૫, ૧૩૬
કેરીએટયુલા	૪૦, ૧૩૦	કલિયુ દ્રેષનાં ચર	૧૪૦
ક્રોમીટ	૬૬, ૭૦	કાહોદ (દિવાદ)	૧૪૬
કુન્નદ્રેષ	૧૦૧, ૧૩૩, ૧૩૫, ૧૩૬	કલ્લીસંધાત	૧૨૩
કાષ્ઠક	૬૬	કેડકાના અવશેષ	૧૪૬
કાષ્ઠનોચેરિયમ	૧૫૧	કેવડી બિનાઈ	૧૬૩
કાઈડીગ્રેષ્ટ	૩૬		
કાષ્ઠનોસુર	૩૭		

	પૃષ્ઠ		પૃષ્ઠ
હારકાનાં ખડક	૧૪૮	પચ્ચમ	૧૩૨
દ્રાવિડી વિભાગ	૯૭	પચ્ચમદાસ	૧૩૫, ૧૬૩
દ્વિચુલ્લુ અિચ્ચમ્યામાત	૫૭	પડવ છુડીઆ	૧૬૧
ધાતુઅનિજ	૬૧	પમિ'વન વ્યુહ	૩૭, ૪૫
ધારવાડ	૯૫	પરવાળાં (મવાસ)	૩૮
ધારવાડવ્યુહ	૯૫, ૧૨૦	પરિત અપાવરણ પર્વત	૧૦૬
ધ્રાંગધ્રા	૧૨૬, ૧૩૧, ૧૩૩	પર્વતો	૧૦૬
ધોસેરા	૧૧૫	પક્ષીએનો ઉદ્દમવ	૩૭
ધોસા ઊધાપદ	૧૩૨, ૧૩૩	મવાસ	૨૯
નદીઓ	૧૦૮	પ્લીસીઓસોફસ	૧૨૬
નમનકોણ	૭૮, ૮૦	પ્લાયોસીન	૧૪૮
નમનાધાત	૭૮	પ્લાસ્ટર	૧૬૪, ૧૬૮, ૧૬૭
નમનમાપકયંત્ર	૭૯	પ્લાસ્ટર ઓફ પેરિસ	૫૮, ૧૬૧, ૧૬૯
નમંદા		પ્લુરોટામારીઆ	૧૩૦
૧૦૯, ૧૩૫, ૧૫૮, ૧૫૪, ૧૫૫		પ્લેઝિયોકસાસ ફેલ્સપાર	૫૯
નમુનિટિક ખડક	૧૪૫, ૧૪૮	પાધરે, સ્પુસાઇટ	૧૬૦
„ ચૂર્ણપાથાણ	૧૫૦, ૧૬૨	પાની	૧૬૦
„ શંખસાફી પડ	૧૩૪	પાણીની ગ્રાધ	૧૭૧
નસતગાવ	૧૪૮	પાવશોચી	૧૪૨
ન્યુકયુલા	૧૩૦, ૧૩૪	પાલીઆડ	૧૧૩
નાઇસ	૮૮, ૮૯, ૯૦	પાલુડીના	૧૪૫
નાઇસોસ એનીટ	૯૫	પાવાગઢ	૧૦૬, ૧૨૨
નિરજેદ	૮૫	પુગણા વિભાગ	૯૬
નીચલી જમીન	૨૩	પેકટન	૧૩૪
નોટિલસ	૪૧, ૪૩, ૧૩૪		

	પૃષ્ઠ
પેટ્રોલ (પેટ્રોલિયમ)	૧૭૬
પેઝિયોફાઇલમ	૧૨૬
પેરીસીનપીડીસ	૧૩૧
પેરીમએટ	૧૪૮, ૧૫૦
પેરેશીનવેક્સ	૧૧૬
પેર્લાઓઝોઇકકાળ	
૪૦, ૪૧, ૪૨, ૪૪, ૪૬, ૯૭	
પેલ્ટોસીરાસ	૧૩૨
પોરબંદર (સુદાગાપુરી)	૧૫, ૧૫૬
પોરબંદરના પર્યટ	૧૫૩, ૨૬૨
પોરપ્રીરી	૧૬૬, ૧૬૭
પ્રોટોઝોઆ	૩૭
ફર્ન	૧૨૬, ૧૨૮, ૧૩૧
ફલેગરટાફ	૧૪૨
ફાઇઝા	૧૪૫
ફાઇઝા બેક્સ	૧૪૬
ફાઇલોસીરાસે	૧૩૧, ૧૩૪
ફાયરકલે	૭૫, ૧૭૦
ફાયરબિક	૧૭૦
ફાયરમાર્બલ	૧૬૭
ફિલ્ટ	૫૭
ફેસપાર	૫૮
ફેરેમીનીફરા	૧૪૮
ફેસેડામિયા	૧૩૦, ૧૩૪
ખંગાળા નાઇસ	૯૫

	પૃષ્ઠ
ખનાસ	૧૧૦, ૧૧૫
ખરડાકુમર	૧૬૨
ખદિરસ્થિત ખડક	૮૭
ખલડરેટાન	૧૬૦
ખાગ	૧૩૫
ખાગના ચર	૧૦૦, ૧૩૭, ૧૩૮
ખાચોટાઇટ	૫૯, ૬૦
ખામીરના રેતીપાયાથ	૧૩૪
ખાલ્લ આગ્નેય ખડક	૬૪, ૬૫, ૬૬
ખાલ્લ કવચ	૪૭
ખામાચેરિયમ	૧૫૧
ખીલીમોરા	૧૧૫
ખિકાનેર	૧૩૪
ખુદેલખડ	૧૨૪
ખુદેલખડ નાઇસ	૯૫
એકીફાઇલમ	૧૨૬, ૧૩૩
એક્રિક ખડક	૬૭
એથોલિય	૬૬
એક્રિયોપોડા	૪૦, ૪૧, ૧૩૨
એડી	૧૧૫
એલેમનાઇટ	૪૩, ૧૩૦, ૧૩૩
એવડા બિગ્ગબ્યાપાત	૫૭
એશિયા	૭૪, ૧૪૨
એસોલ્ટ	૫૭, ૬૧, ૬૬, ૭૦, ૧૪૦
બાકસાઇટ	૧૫૯, ૧૬૧

	૪૪		૪૪
બ્રેનપાટ	૧૬૦	મનુષ્યભક્તિનું આગમન	૩૭
બોધાન	૧૪૭	મલખાર	૧૪૬
બોલકરકલે	૭૧	મસ્કોલ્દાપટ	૫૬,૬૦
બોલકરચર	૯૮	મહીલાગર	૧૧૦,૧૫૫
બોલ	૬૬,૧૫૪	માધકૃષ્ણ	૪૦
બોલ		માધક (અબક)	૫૯
૧૫૫,૧૪૭,૧૪૯,૧૫૦,૧૬૩		માઝમનદી	૧૬૧
બાવનગર	૧૧૫,૧૪૮	માટી (ધંટ બનાવવાની)	૧૭૦
બુક'પ	૫૧,૧૧૧	માટીપાપાણ	૭૧,૭૫
„-બિહારનો	૧૧૧	માડવી	૧૧૫
„-કવેટાનો	૧૧૧	માળવા	૧૨૪
„-કચ્છનો	૧૧૧	માયોરીન	૧૫૧
બુક'પમાપનપ'ન	૫૧	મલુ	૧૫૫
બુમમંતુ' જલ	૨૦	મારોડોન	૧૫૧
બુમમંતુ' કાપ	૨૩	મિલિયોલાર્પટ ચૂલુ'પાપાણ	૧૧૩
બુચર	૪૬	મિલિયોલાર્પટ	૧૫૧
બુપર્વાસ	૧૭,૨૨	મુ'બધ	૧૪૧,૧૪૪,૧૪૬
બુપુષ્	૧૮,૧૯	મીઠું	૫૭
બુપુષ્નું જલ	૨૦	મેકરાના માખંલ	૧૨૧
બુપિયા	૧૪	મેકરેસીફિલ્ડ	૧૩૨
બુરતરકમ	૩૬	મેન્નેનીઝ	૧૫૯
ભૌતિક અપદાવ	૧૯,૩૬	મેન્નેટાપટ	૬૨
મડરોન	૭૫	મેલાનીઆ	૧૪૫
મધ્યમ આબેષ ખડક'૪,૬૫,૬૬		મેસોઝોઇક કાગ ૩૭,૪૮,૪૪,૪૬	
મલદીપ	૩૩	મેનેડિક્લનિક	૫૩,૫૪

	પૃષ્ઠ		પૃષ્ઠ
મોનોગ્રેફસ	૩૯	લાઈકાપોડા	૪૫
મોર	૧૬૩	લાઈટસીરાસ	૧૩૩
મોરુરકા	૪૧, ૧૪૮	લિટોરલ ક્રાકીટ	૧૫૬
મોલાનો કઠિનનાનો ક્રમ	૫૫	લીમનિયા	૧૪૫
સ્તનપુર	૧૪૭, ૧૫૦, ૧૬૦	લીમા	૧૩૦, ૧૩૨
રણ	૧૦૪	લીયોસટ્રોચન	૩૮
,, કન્ઝુડું	૧૦૪, ૧૦૫, ૧૫૫	લૂણી	૧૫૫
રુદાપોલાઈટ	૬૬, ૬૯	લોકાલિય	૬૫
રુદિનકોનેલા	૧૩૦	લેમેટા	૧૩૭
રાજપૂતાના	૧૩૩	લેમેટાનાં યર	૧૦૦, ૧૩૭, ૧૩૮
રાજપીપળા	૧૬૦, ૧૬૧	લેટીડન્ડસ	૧૫૧
રાણપુર	૧૬૧, ૧૬૨	લેટરાઈટ	૧૫૧
રાસાયણિક સંબંધન	૫૫	લેમેલીબ્રેકિયા	૪૧, ૧૩૨
રીઆલોસંધાત	૧૨૧	લોખન્ડ	૧૬૬
રીગર	૧૫૭	લોમેનટાઈટ	૧૪૬
રેડિયમ	૫૦, ૧૬૨, ૧૬૩	વજ્રેશરી	૧૬૩
રેતીપાવાણ	૭૧, ૭૩	વડોદરા	૧૩૫, ૧૬૨
,, સિલિકાના	૭૩	વલવાણ (વર્ધમાન)	૧૨૬
,, લોહના	૭૩	વરસાદનું પાણી	૨૦
,, માઈકાના	૭૩	વરલી	૧૪૬
રેવાકઠિ એજન્સી	૧૪૪	વલસાડ	૧૧૫
રોક સોલ્ટ	૫૭	વહેતા પાણીનું કાચ	૨૪
રોકકર્વોર્ડ્ઝ	૫૬	,, ,, ધર્મશૂળ્મળથી	૨૫
સધુએશીઆ	૧૭૬	,, ,, રાસાયણિક તરવેથી	૨૫
સસુદરા	૧૬૩	વાઈન	૧૩૦

	પૃષ્ઠ		પૃષ્ઠ
વાડીઆ, ડી. એન,	૯૪	રતર	૩૬, ૩૭
વાસણા	૧૬૧	રતરખંડ	૩૬
વિકૃત ખડક	૬૩, ૮૮	રતરવિભાગ	૩૬
વિરાટ રૂપાંતર	૮૯	રતરવ્યૂહ	૩૬
વિક્ષિપ્ત પડ	૭૭	રતરસંધાત	૩૬
વિંધ્યપર્વત	૧૦૬, ૧૦૭	રતરલેણી	૩૬
વિંધ્યવ્યૂહ	૯૬, ૧૨૩	રકોલેશામટ	૧૪૦
વીલીયમસોનીઆ	૧૨૬, ૧૩૩	રડીવખામટ	૧૪૦
વેરાવળ	૧૧૫	રટેફોનોસીરામ	૧૩૧, ૧૩૨
વોનચિયા	૪૬	રપથંદેરા	૩૮
શિવાલિકવ્યૂહ	૧૦૧	રપેજિસ	૩૭
રોમેઝાઇટ	૧૪૦	રક્ટિકવર્ગ	૫૩
શેલ	૭૫	રમોડીકર્ણદંડ	૫૬
" બીટુમિનસ	૭૫	રલેઇકડ લાઇમ	૧૬૯
શેવાળ	૪૫	રલેઇટ	૭૫, ૮૮, ૯૦
સર્પેન્ટાઇન	૧૬૬	સાઇકાડ	
સમવિનિમયનો સિક્કાત	૫૦, ૫૧	૪૫, ૧૨૬, ૧૨૮, ૧૩૧, ૧૩૩	
સમદર્શી ક્રમ	૯૩	સાઇલોમીલેન	૧૬૦
સમુદ્રજલનું કાય	૨૯	સાતપુડા	૧૦૬, ૧૦૭
સમપ્રમાણ ઉભયપક્ષી નમન	૮૩	સાખરમતી	૧૧૦, ૧૫૫
સર જ્યોર્જ ઝેરી	૧૧	સાંભરતળાવ	૧૧૦
સરવસ	૧૫૪	સાચન	૧૪૨
સલ્વાદ્રિ	૧૦૬, ૧૦૮	સાચેનાઇટ	૬૬, ૬૭, ૧૬૬
સક્ષોભજન્ય પર્વત	૧૦૬	સાલસેટ	૧૪૨, ૧૪૬
સંયોગજન્ય રૂપાંતર	૮૯	સિંધ (સાબી)	૧૫૪

સિંધુગંગા	પ્રદેશવાગી	પીથનો	પૃષ્ઠ	દયુતેનડાદટ	પૃષ્ઠ
	જન્મ	૧૦૨		દારપોરીરાસ	૧૪૦
સિલિકેટ		૫૮		દિ'દઆક્રિશખ'ડ	૧૩૨, ૧૩૩
સિહુરિયન		૩૬		દિમ	૬૬
સિલ્લકેટોન		૭૩		દિમરીમા	૧૬
સિમે'ટ	૧૬૨, ૧૬૪, ૧૬૮			દિમમસ	૨૭
સીઅનિમેન		૩૮		દિમમસ	૨૭
સીઅર્ચિ'ન		૩૬		" જમણા અને ગાખા	
સી'દરી	૧૧૨			પડખાના	૨૭
સીલેનટરા	૩૮, ૩૬			" મધ્યમ	૨૮
સીરાલોપોડા	૪૨, ૪૩, ૧૩૨			" અંતિમ	૨૬
સીસુ'	૧૬૩			દિમાની	૨૭
સીબ્દ	૮૮, ૮૬, ૯૦			દિમાનીગુ' કાપ'	૨૭
સુરત	૧૧૫, ૧૪૭, ૧૪૯, ૧૫૦			દિમાસવ	૫૧, ૧૨૫
સુસ	૧૫૧, ૧૫૪			દિમમતનગર	૧૬૨
હરસોલ	૧૬૩			દીપોપોટેમસ	૧૫૪
હવા	૧૬			હેકસાગોનલ	૫૩, ૫૪
				હેન'બ્લે'ડ	૬૦

